

Nota Introductoria al Artículo

un estudio sobre sistemas de información en la administración "sia"

Del Dr. **James Emery Ph. D.**

The Wharton School
University of Pennsylvania

Traducido por: **Carlos Viguri MBA**

El interés del ser humano por adquirir una metodología para dirigir sus acciones con una mayor base científica, así como para recuperar el control de las herramientas e instrumentos técnicos a su disposición en el mundo de hoy, ha hecho que las disciplinas tradicionales evolucionen en un contexto dinámico, ya que el medio ambiente en el que tienen vigencia muestra esa externalidad de cambio.

A la disciplina de la Administración, por lo que hace a su evolución, le ha tocado desempeñar un papel fundamental de implementación constante, tanto en su teoría como en los medios de que se sirve para lograr los fines de la organización de que se trate.

Merece destacar el avance tecnológico en los países desarrollados por lo que hace al diseño, creación e implementación de equipos de procesamiento de datos de alto poder (computadores electrónicos) que han permitido al administrador tradicional, enriquecer sus funciones, mediante la adquisición de conocimientos por la vía de información que éstas generan.

El propósito del administrador, en términos generales, es optimizar sus decisiones; para ello recurre a la utilización de instrumentos tales como el computador electrónico. Sin embargo, en innumerables circunstancias el efecto que se produce es precisamente lo contrario, las causas, tanto de tipo humano como técnico, son múlti-



ples, debiendo, en consecuencia, detectarlas y diseñar mecanismos para que no se generen.

El estudio del Dr. James C. Emery nos conduce, mediante el ejercicio del método, por una serie de consideraciones que forman parte de las características de los modernos sistemas de información (con un apoyo en el avance tecnológico, representado por los equipos de procesamiento de datos) en la Administración, con el objeto de identificar el estado en que se encuentran en aquellos países que precisamente los emplean cada vez en mayor grado, y cuya influencia en nuestro medio va en ese sentido, pero en menor proporción.

Por lo anterior derivó la utilidad del artículo, ya que es posible aprender de los errores de otros, así como esclarecer, en la forma que el Dr. Emery lo hace, algunos de los mitos de la novedosa área de desarrollo profesional de Sistemas de Información en la Administración (SIA).

Cabe destacar que las perspectivas para el desarrollo acelerado en nuestro medio de los Sistemas de Información en la Administración (SIA) son altamente favorables, no sólo por estar a nuestro alcance a precios cada vez más bajos, y también más eficiente (dos funciones idea-

les que produce el avance tecnológico), sino por la creciente necesidad para las organizaciones de los Sectores Público, Paraestatal y Privado, en las funciones de planeación, coordinación y control de sus programas de actividades en un medio ambiente cada vez más complejo, lo que obliga al Administrador a aplicar un enfoque metodológico más eficaz en el proceso de Toma de Decisiones, apoyado en buena parte por el SIA.

El Dr. James C. Emery ingresó a Wharton en 1965. Ha impartido cursos, tanto de Sistemas de Información como de Administración de Operaciones. Actualmente es el Presidente del Departamento de Ciencias de la Decisión (Decision Science) de Wharton. El Dr. Emery fue Presidente de la Sociedad de Sistemas de Información en la Administración y ha impartido gran número de conferencias en los Estados Unidos y en Europa. El Dr. Emery es autor del libro *Organizational Planning and Control Systems* (MacMillan), así como de varios artículos sobre Sistemas de Información. El presente estudio fue su aportación en la conferencia de: Investigación sobre el uso de Computadores en las Organizaciones, celebrada los días 24 y 25 de octubre de 1973 en Wharton.

UN ESTUDIO SOBRE SISTEMAS DE INFORMACION EN LA ADMINISTRACION (SIA)

1. El Estado Actual de los SIA

Cualquier persona imparcial que contemple la situación de los SIA verá un cuadro decididamente revuelto. Se pueden señalar varios éxitos sensacionales que plenamente cumplen las promesas de la tecnología de los SIA. Por otra parte, por cada sistema con éxito, encontraremos otro que en el mejor de los casos apenas cumple y, en el peor, es desastroso.

Los SIA basados en la computadora tienen menos de veinte años de usarse. Como muchos adolescentes, la profesión parece enfrentarse a una crisis perpetua de identidad. No hay un acuerdo general claro sobre qué son los SIA. Menos aún nos ponemos de acuerdo respecto

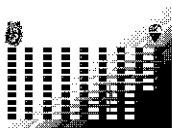
a qué es un profesional de los SIA o si, realmente, existe dicha profesión.

1.1. Un Rayo de Esperanza

A pesar de estos problemas, hay señales alentadoras de que el concepto de los SIA se encuentra sano y salvo. Examinemos algunas de las indicaciones más importantes de la madurez de la profesión.

1.1.1. Mejor comprensión de la naturaleza de un SIA.

Aunque en verdad no hay unanimidad respecto a qué constituye un SIA, parece estar extendiéndose un acuerdo general sobre algunas de sus características importantes. La mayoría de nosotros estaríamos de acuerdo con la siguiente lista de características:



* Es parte de las actividades en vigor de la organización. Un SIA bien diseñado se convierte en parte integral de las actividades de la organización. En el nivel funcional maneja el procesamiento de datos rutinarios y proporciona la comunicación esencial que enlaza componentes de la organización tales como ventas, fabricación, ingeniería y contabilidad. En los niveles táctico y estratégico, en que se toman decisiones para convertir las metas de la organización en decisiones sobre operación cada vez más detalladas, la computadora proporciona una ayuda importante a los seres humanos que toman las decisiones.

* Basada en la tecnología de la computadora. Un SIA es ciertamente algo más que una simple computadora, pero un SIA que no esté parcialmente basado en la tecnología de la computadora será o relativamente trivial o pobremente diseñado. El procesamiento con computadora resulta ya tan económico y tan fácil de adquirir que no debe pasarse por alto; virtualmente cualquier SIA que reduzca costos debe emplearlo cuando menos para algunas de sus funciones.

* Un sistema hombre-máquina. Así como el SIA no debe ser enteramente manual tampoco puede ser enteramente por computadora. Subsistemas manuales forman parte integral del gran volumen de la parte funcional del sistema. La toma de decisiones tácticas y estratégicas descansa aún más fundamentalmente en la participación humana. Un SIA bien diseñado distribuye las tareas entre el hombre y la máquina en forma que resulte económico; las tareas que la computadora puede manejar mejor, se le entregan a la máquina, mientras que las tareas restantes se conservan para el hombre. La línea divisoria entre el hombre y la máquina se mueve con los cambios en tecnología, en reconocimiento de las ventajas relativas de que goza en el momento cada componente.

* Colección de subsistemas. El SIA se compone de una colección de subsistemas. Los subsistemas pueden estar firmemente enlazados compartiendo información ordinaria y recursos de procesamiento, por ejemplo. Más a me-

nudo, sin embargo, los subsistemas se encuentran sólo ligeramente unidos con relativamente poca acción recíproca. El grado correcto de integración es cuestión de algunos ajustes técnicos y económicos.

* Orientado con fundamento en los datos. Una de las características más importantes de un SIA, que lo distingue de otros tipos de sistemas de información, es la subordinación tan fuerte que se pone en el fundamento en los datos de la organización. La operación del SIA depende enteramente en un fundamento de datos que proporcionan información sobre clientes, proveedores, inventarios actuales, costos, planes, funcionamientos anteriores, y toda clase de cosas pertinentes a la organización. Puede consistir en billones de claves de información y estar guardado entre una jerarquía de discos, cintas, e imágenes en microfilm. El proporcionar acceso a dicho fundamento de datos, aún teniendo en cuenta las necesidades de seguridad y el tiempo requerido para contestar, es ciertamente uno de los aspectos técnicos más difíciles del diseño del SIA.

* Adaptable a necesidades cambiantes. Un SIA satisfactorio debe ajustarse continuamente a las necesidades cambiantes y a la tecnología avanzada. A medida que se convierte en parte más integral de las actividades de la organización, tiene que adaptarse cuando ocurren cambios en las metas de la organización, en el medio ambiente y en los que toman las decisiones. El diseño del SIA debe prever dichos cambios proporcionando un alto grado de flexibilidad.

1.1.2. Reconocimiento de ser una disciplina intelectual.

Un SIA satisfactorio requiere un amplio campo de habilidades técnicas y administrativas. Ninguna persona sola puede esperar adquirir todo el conocimiento detallado requerido para diseñar e implementar el sistema. Sin embargo, se hace cada vez más evidente que un ingrediente crítico para el éxito es la persona con una



amplia comprensión de la administración y de la tecnología SIA. El que un SIA deba o no considerarse como una profesión especial es quizá un punto a discusión, pero actualmente es bien claro que el gerente de una organización SIA debe poseer la siguiente lista de habilidades:

- * **Habilidad como gerente.** Sin lugar a duda, la cualidad más importante de un profesional SIA de primera categoría es la habilidad administrativa. La administración del proceso de implementación mismo es una tarea formidable que puede requerir docenas de personas capacitadas que trabajen por un período de meses en trabajos muy interrelacionados. La habilidad de motivar a profesionales de espíritu vigoroso, y de planear y controlar su trabajo, es un requisito esencial. Igualmente lo es la habilidad de trabajar con la gerencia general y los usuarios para realizar el cambio deseado.
- * **Conocimiento de las áreas funcionales.** El SIA coordina áreas funcionales tales como ventas, fabricación, ingeniería, logística, contabilidad, finanzas y personal. El profesional SIA deberá tener, cuando menos, un conocimiento general de todas estas áreas y, quizá, un conocimiento detallado de una o dos de ellas.
- * **Conocimiento de la tecnología de la computadora.** Se ha recalcado muchas veces que un administrador de un SIA no debe ser un técnico de computadora. Esto queda fuera de discusión si la afirmación significa que no debe sumergirse en detalles técnicos con detrimento del desempeño de su función administrativa. Infinidad de proyectos han fracasado sin remedio cuando los encabezaba un técnico de computadora competente, sin habilidad ni inclinación administrativa. Por otra parte, buenos gerentes sin penetración técnica segura han cometido errores descomunales porque no comprendían la tecnología que trataban de implantar. El diseño de un SIA requiere algunos ajustes técnicos excesivamente complejos. El gerente sin alguna experiencia en computadora se coloca en la posición de tener que confiar exclusivamente en el criterio de otros. Esta

es una posición vulnerable porque los llamados expertos no siempre tienen la razón.

- * **Conocimiento de las ciencias en toma de decisiones.** Un SIA no debe ser únicamente un sistema eficaz de procesamiento de datos; debe también proporcionar ayuda a quienes toman las decisiones. Hasta cierto grado, a esta ayuda se le puede dar forma en un modelo de decisiones. Un profesional SIA deberá comprender los modelos analíticos o de simulación, sus puntos fuertes y sus limitaciones. El conocimiento de las técnicas para tomar decisiones no sólo es necesario para servir a las necesidades de los usuarios; dichas técnicas también son muy poderosas en la preparación de análisis de diseño del sistema informativo mismo.

Se necesita mucho tiempo para que una persona adquiera el conjunto total de habilidades que lo acrediten para ser considerado un profesional SIA. Requiere tanto una educación formal como varios años de experiencia. En el pasado hemos tenido que depender principalmente de la experiencia, porque sencillamente no se disponía de programas universitarios formales en SIA (aunque sí ha habido partes de dicho programa desde hace bastante tiempo). Sin embargo, ahora existen varios programas de SIA que proporcionan una buena base para adquirir experiencia (Ashenburst, 1972). En casi todos los casos hay tendencia a ofrecer dichos programas en escuelas de comercio o en una unidad educacional relacionada (tal como un departamento de ingeniería industrial).

1.1.3 Reconocimiento en la organización.

La posición en la organización de quien encabeza las actividades de un SIA de ningún modo se ha fijado. Históricamente, la posición empezó a menudo en un nivel relativamente bajo del grupo de contabilidad. La mayoría de las grandes organizaciones ya para ahora han reconocido la función del SIA como una área independiente. Aunque el Director de un SIA (o título equivalente) a menudo informa al Vicepresidente de Finanzas, tiende a poseer mucha repre-



sentación y un campo de trabajo que atraviesa toda la organización y que entraña mucho más que sistemas de información financiera.

Hay una tendencia clara a coordinar más estrechamente el trabajo de los especialistas de computadora y los científicos de administración. Regularmente se acostumbra que estos dos grupos informen al Director del SIA. Esto es muy conveniente, porque la estrecha cooperación entre los dos es esencial en un SIA orientado a decisiones que tiene enlaces con el sistema de procesamiento de transacciones.

1.2 Problemas que hay que Superar

A pesar del considerable progreso, es fácil exagerar el lado optimista del caso. Sería totalmente irreal querer decir que los profesionales SIA son aclamados como héroes universalmente. No es muy productivo flagelarse, pero tampoco lo es vanagloriarse. Teniendo esto en mente, sería conveniente señalar en forma breve nuestras fallas.

* Antipatía o indiferencia de la organización. El director SIA todavía puede encontrar dificultad para influir en la gerencia general y convencer a los ejecutivos principales de la importancia de las actividades del SIA. A menudo se encuentra alejado de los otros gerentes, y tiene la impresión de que su contacto con la computadora lo señala como técnico demasiado especializado para encargarse de responsabilidades de administración general. A menudo se le ve con suspicacia y hostilidad por los gerentes cuyos papeles potencialmente pudieran cambiarse adversamente por el SIA.

* Promesas no cumplidas. La profesión SIA vive en un mundo incierto y muy complejo. Su campo varía en una proporción que sobrepasa casi a cualquier otra forma de tecnología. Por tanto, es comprensible (pero no disculpable) que con frecuencia no hagamos las entregas a tiempo, dentro del presupuesto y conforme a las especificaciones. Sin embargo, hay muchas pruebas de que un proyecto SIA bien manejado puede esencialmente cumplir sus

compromisos; debemos, por lo tanto, ser mucho menos tolerantes con los retardos, de lo que hemos sido en el pasado.

* Falta de consideración a la economía. En muchos casos el SIA no está dirigido a proporcionar servicios económicos. Frecuentemente los profesionales SIA parecen estar motivados a extender el campo del sistema sin considerar cuidadosamente los beneficios en relación con el costo. Los diseñadores muchas veces se deciden por un sistema técnicamente sofisticado que produce una ganancia pequeña en comparación con el aumento en el costo y el riesgo técnico. Los análisis cuidadosos del costo de los beneficios, que estudian alternativas y tratan de llegar a ajustes razonables, son la excepción en vez de la regla.

* Factores humanos malos. A pesar de nuestros años de experiencia y las quejas constantes de los usuarios, todavía estamos diseñando sistemas que son pasmosamente ineficientes desde el punto de vista de los factores humanos. Tienden a ser altamente sensibles a los errores de entrada comunes y desafían los intentos de corregir los errores, inundan al usuario con producción mal digerida y rotulada en forma inadecuada, y no toman en cuenta las necesidades especiales o imprevistas de los usuarios. En muchos casos el diseño adecuado que tome en cuenta el factor humano simplemente requiere el uso del sentido común y sensibilidad para el usuario, pero con frecuencia parece que somos incapaces de proporcionar alguna de estas cualidades. Como agentes de un cambio que estamos tratando de introducir una tecnología nueva en la organización, a menudo desplegamos una indiferencia increíble hacia los cambios.

* Sistemas inflexibles. La modificación de la mayoría de los sistemas actuales es un proceso excesivamente difícil y doloroso. Ciertamente que existen los medios técnicos y administrativos para proporcionar un grado de flexibilidad mucho mayor (por el diseño modular, mayor uso de lenguas de nivel más alto, sistemas administrativos con fundamento de datos generalizados que proporcionan un alto gra-



do de independencia al programa informativo, por documentación, etc.). Es cierto que aumentar el grado de flexibilidad ordinariamente entraña un precio que puede que no estemos dispuestos a pagar en muchos casos. No obstante, en la mayoría de los casos un examen correcto de los ajustes económicos dará por resultado mucha mayor flexibilidad que la ofrecida por la mayor parte de los sistemas.

- * **Desarrollo costoso.** La mayoría de los sistemas están hechos a la medida pero en serie. Como resultado, la implementación de un sistema amplio puede llevarse muchos meses y mucho dinero.

2. La base Conceptual del SIA

Uno de los principales signos de madurez en un campo profesional es el grado en que está basado sobre un fundamento teórico generalmente aceptado. De acuerdo con esta prueba, el campo del SIA está todavía en la infancia.

2.1 Necesidad de la Teoría

Tenemos necesidad urgente de desarrollar puntales teóricos sólidos para el SIA. El valor práctico de esto frecuentemente se pasa por alto, particularmente por el profesional concentrado que se sumerge en los problemas diarios. Pero a medida que empezamos a atacar sistemas más difíciles, se hace proporcionalmente más importante el estar guiados por una buena teoría. Necesitamos dicha teoría por las siguientes razones:

- * Proporciona un marco para simplificar el problema. Al enfrentarse a lo complejo, la mente humana tiene que condensar en alguna forma el problema. Por tanto, es esencial para el diseñador de un SIA tener una imagen mental parca de la realidad con la que pueda reducir el problema a un tamaño manejable. Un modelo teórico bueno ofrece los mejores medios para concentrarse en lo esencial.
- * Ayuda a resolver los problemas. un modelo teórico no sólo ayuda a estructurar los problemas, sino que también ayuda a escoger entre alternativas disponibles. Por ejemplo, si un

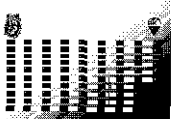
profesional SIA tiene un conocimiento conceptual de las organizaciones y cómo funcionan, está mucho mejor capacitado para predecir los efectos de los diseños alternos en el funcionamiento de la organización.

- * Ayuda en la generalización de experiencias pasadas. El éxito en la ciencia y la tecnología siempre se ha logrado construyendo sobre las bases que dejaron otros. Lo mismo sucede en nuestro campo. Sin un conjunto en desarrollo de principios generales —teoría, si así se quiere— cada proyecto tiene que ser atacado de un modo ad hoc. La teoría generalizada nos permite aplicar lo que aprendimos en un contexto a la solución de otro problema que de otro modo parecería muy distinto.
- * Pasar el conocimiento. El condensar el conocimiento mediante el desarrollo de principios generalizados es un requisito esencial para el aprendizaje eficaz. La variedad de proyectos que puede uno experimentar personalmente es ciertamente muy limitada. Por tanto, es importante que pasemos el conocimiento a la siguiente generación en forma de teoría general. Con esta base, el neófito puede suplementar su teoría rápidamente con experiencias llenas de significación.

2.2 La Teoría de Sistemas como Fundamento del SIA

No es probable que encontremos una teoría del SIA universalmente aceptada. Nuestro campo es ecléctico, tomando, como lo hace, de disciplinas tales como la ciencia de la computadora, la teoría de la organización, la ciencia de la conducta, la teoría de las decisiones y la economía. Sin embargo, se está extendiendo un acuerdo general de que la parte esencial de nuestra base teórica vendrá del campo de la teoría de sistemas generales. Este campo ofrece prospectos alentadores para la coordinación de muchas disciplinas independientes que proporcionará un conjunto de conocimientos más unificado.

La teoría de sistemas se ha desarrollado durante muchos años y en una variedad de contextos. De este modo incorpora conocimientos obte-



nidos por medio de una experiencia considerable. Se la ha encontrado extraordinariamente útil al proporcionar profundidad para tratar con sistemas tan distintos como el sistema telefónico, sistemas biológicos, sistemas informativos y organizaciones humanas.

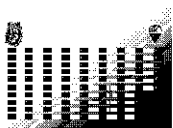
Los diseñadores de un SIA se preocupan, tanto del sistema informativo como de la organización a que sirve, de modo que los principios generales que se pueden aplicar a los dos, son doblemente útiles.

Algunas veces se critica que la teoría de sistemas no ofrece nada nuevo, que solamente da nombres nuevos a ideas viejas. Aunque la teoría de sistemas moderna toma de la experiencia pasada, proporciona, sin embargo, una riqueza y una unificación que substancialmente incrementan su utilidad. El que pueda incorporar principios sólidos y bien fundados da testimonio de la generalidad de la teoría de sistemas (Ackoff, 1970, 1971; Beer, 1966; Blumental, 1969; Emery, 1969; Langefors, 1966).

La teoría de sistemas proporciona algunos conceptos fundamentales aplicables al SIA. Entre los más importantes se encuentran los siguientes:

- * Límites del sistema. La noción del límite de un sistema es algo muy importante en el diseño del SIA. El reconocimiento del poder del límite de un sistema obliga a los diseñadores a tomar decisiones explícitas sobre ajustes entre la amplitud y la complejidad, así como entre las variantes controlables y las incontrolables.
- * Estructura del sistema. La determinación de la Estructura de un sistema es absolutamente capital para su diseño. Cómo agrupar las actividades, la esfera de cada subsistema, el dar su jerarquía a cada factor del sistema, los enfrentamientos entre los subsistemas, todo esto tiene un efecto enorme en el funcionamiento del sistema. La teoría de sistemas proporciona una perspicacia muy útil para las decisiones sobre ajustes que hay que tomar al escoger una estructura.

- * Acciones recíprocas entre los subsistemas. La complejidad de un sistema se origina principalmente por las acciones recíprocas que existen entre los subsistemas. Las acciones recíprocas se originan por el acoplamiento de subsistemas (por ejemplo, cuando la producción de un subsistema sirve de alimento a otro) o por compartir un recurso común (dinero, energía humana, material, recursos principales, energía, etc). Los diseñadores pueden reducir el grado de acciones recíprocas, reales o aparentes, por medio de una variedad de formas, tales como cambios en la estructura, quitando el acoplamiento (por ejemplo, amortiguadores, modulación, o recursos sueltos), o sencillamente no haciendo caso de las acciones recíprocas débiles.
- * Coordinación entre los subsistemas. Un punto importante en el diseño de cualquier sistema es el grado de coordinación entre subsistemas que debe lograrse. La coordinación entraña el intercambio de información y, por tanto, aumenta el costo de implementar y hacer operar el sistema. Por otra parte, la coordinación adecuada puede aumentar el aprovechamiento de los recursos y reducir el costo motivado por un funcionamiento que no es óptimo.
- * Mecanismo de retroalimentación de datos. Parte del proceso de coordinación se ocupa de la retroalimentación de la información usada en la regulación y control del sistema. La habilidad del sistema para responder a perturbaciones depende de la naturaleza de la retroalimentación de la información, las demoras en su transmisión, y el proceso de control que ajusta las variantes controlables en respuesta a las señales de la retroalimentación de la información.
- * Comportamiento dinámico. El diseñador frecuentemente se preocupa por la trayectoria seguida por un sistema al responder a perturbación, y no sólo por el punto a que llegue eventualmente. Por ejemplo, la forma en que un sistema de logística responde a un aumento de diez por ciento en ventas puede tener un efecto fuerte en demora en las entregas, niveles de inventario, proporción de empleos,



ceses, y requisitos de capacitación. (Forrester, 1961).

- * Adaptación.—Los cambios en los requisitos del medio ambiente o producción de un sistema pueden hacer necesaria una jerarquía de respuestas. Los cambios menores pueden hacerse por simples ajustes de parámetro, en tanto que los cambios más fundamentales se lograrán por medio de modificaciones en la estructura del sistema o su diseño de coordinación.
- * Ajustes. Un tema universal en la teoría de sistemas es el cambiar una característica por otra. Por ejemplo, al establecer el grado de coordinación de un sistema, los ajustadores tienen que considerar los costos de coordinación frente a los costos de independencia entre los subsistemas.

2.3 Aspecto Económico de la Información

Como segundo fundamento de gran importancia para el campo de un SIA tenemos el trabajo teórico que se ha hecho sobre el aspecto económico de la información. El diseño de cualquier SIA debe considerar el equilibrio entre el valor y el costo de la información. Para lograr esto, los diseñadores tienen que comprender en qué forma la información puede aportar valor a la organización. (Emery, 1971; Marschark & Radner, 1972).

Esta no es una pregunta sencilla, ni en la teoría ni en la práctica.

La información adquiere valor cuando:

- * Modifica la percepción de la realidad de quien decide.
- * La percepción modificada lleva a una decisión diferente de la que de otro modo se hubiera hecho.
- * La nueva decisión resulta en mayor utilidad (es decir, ganancia) para la organización.

Cada paso de este proceso puede presentar obstáculos difíciles o insuperables para expresar el valor de la información en términos monetarios. La determinación de la "realidad" frente a la información incompleta, errónea u opuesta

puede entrañar cálculos elaborados sobre probabilidad. El determinar el efecto de una información nueva sobre un proceso de decisión requiere la formalización completa del proceso —algo que ordinariamente es difícil o imposible hacer. Y el determinar el cambio en utilidad que resulta de un cambio de decisión requiere nuevamente una serie formalizada de objetivos, algo que se logra sólo en muy pocos casos.

La determinación del valor monetario no es, por tanto, generalmente posible. Sin embargo, el conocimiento de la teoría puede ser enormemente útil para establecer los requisitos de la información. Por ejemplo, puede guiar la especificación de características tales como contenido, exactitud y oportunidad de la información. Con un conocimiento más extendido de la teoría, quizá podríamos alcanzar mayor éxito al implementar sistemas económicos.

2.4 Ciencia de la Conducta

El ser humano es parte integral de todo SIA; desempeña tareas rutinarias en el nivel funcional y es el que toma las decisiones en los niveles táctico y estratégico. Por tanto, es necesario conocer la conducta y habilidades del ser humano para desarrollar un fundamento teórico del SIA.

Los psicólogos han adquirido una gran cantidad de información sobre las habilidades del ser humano al desempeñar tareas rutinarias tales como escribir en máquina, verificar datos, contar y otras parecidas. Mucho menos es lo que sabemos sobre otros aspectos importantes de la conducta humana relacionados con el SIA. Aunque la habilidad del hombre para procesar información ha sido estudiada en una gran variedad de contextos, todavía nos encontramos con un conocimiento imperfecto de su papel en la toma de decisiones. Esto es importante para escoger qué funciones de decisión deben hacerse automáticas y qué ayuda debe proporcionarse a través del SIA para acrecentar la habilidad del ser humano en la toma de decisiones.

Un SIA puede tener un efecto significativo en la conducta humana dentro de una organización.



La medición del cumplimiento motiva la conducta, parte de la cual puede perjudicar fuertemente el funcionamiento desde el punto de vista de llevar los verdaderos fines de la organización. El conflicto puede agravarse o mitigarse por la forma en que se señalen y midan los fines. La facilidad para introducir un cambio en la organización por medio del SIA depende en gran parte de la sensibilidad humana de quienes la implementan.

3. Hacia un Sistema de Computadora Satisfactorio.

La tecnología y el conjunto de conocimientos disponibles han adelantado lo suficientemente para que podamos cumplir algunas de las promesas de una era anterior más optimista. Esperamos, sin embargo, enfrentarnos a nuestra tarea con una realización completa de las complejidades y ajustes requeridos. Particularmente, no debemos tratar de lograr un sistema monolítico, perfectamente integrado, que realice todas las cosas para todas las personas; más bien debemos esforzarnos por un diseño que logre el equilibrio económico más eficaz entre la independencia y la integración. Los adelantos en la tecnología de la información y el desarrollo de técnicas mejoradas para implementar sistemas complejos ha inclinado la balanza hacia un mayor grado de integración que el mostrado por la mayoría de los sistemas existentes, pero un sistema bien diseñado todavía consistirá en subsistemas relativamente independientes.

Hay dos aspectos diferentes de la integración que interesan a los diseñadores del SIA. Uno es la integración de las funciones del procesamiento de información, y el otro la integración de las actividades de la organización mediante el SIA. Estos son puntos íntimamente relacionados, pero lo suficientemente distintos para merecer estudio por separado.

3.1. Integración del Procesamiento de Información.

3.1.1. Características de un sistema de información integrado.

El aumento en la integración de cualquier sis-

tema conduce a mayor interdependencia entre sus partes debido al acoplamiento más profundo y a compartir más los recursos comunes. La integración de un sistema de información se manifiesta en varias formas:

- * Fuente de datos comunes. En un sistema fragmentado (es decir, no integrado), los mismos datos pueden recogerse separadamente como alimento a diferentes subsistemas. Por ejemplo, tanto el subsistema logístico como el de contabilidad pueden recoger datos de ventas. En un sistema integrado, los datos de un tipo dado tienden a entrar al sistema en un solo punto; de allí se comunican a otros subsistemas a través de un medio que puede ser leído por el computador.
- * Consolidación del fundamento de datos. Un sistema fragmentado tiende a duplicar el almacenaje de datos. Si, por ejemplo, hay diferentes archivos como base de los subsistemas de nómina y personal, contendrán mucha información superflua, como número de empleado, nombre, dirección, y número de dependientes. Un sistema integrado tiende a compartir más los datos comunes; en el caso extremo, todos los datos de un tipo dado serían totalmente consolidados (todos los datos relativos al empleado en un solo registro de personal, por ejemplo).
- * Consolidación de programas. Los sistemas fragmentados tienden a romper la función de procesamiento total desmembrándola en trabajos relativamente pequeños que realizan una tarea limitada con un acceso al registro. En un sistema convencional de inventario, por ejemplo, una operación puede realizarse para agregar y quitar registros, otra para algunas funciones contables, y aún otra para manejar funciones logísticas. En un sistema integrado, todas estas funciones pueden combinarse en un solo programa y en una sola operación.
- * Uso de fuentes comunes. Un sistema fragmentado duplica el equipo (hardware) y el programa (software). Un sistema integrado, por otra parte, tiende a usar fuentes compartidas. Por ejemplo, un sistema de seguros en línea



puede compartir terminales lejanas, la red de comunicaciones, las computadoras, las funciones de procesamiento comunes (tales como el control de la terminal, la redacción y el manejo del fundamento de datos), así como funciones de seguros comunes (tales como primas pendientes y manejo de reclamaciones). Cualquier tarea especial de una función dada —digamos, extender una póliza de automóvil— se agregaría al juego de módulos común.

3.1.2. Ajustes entre la integración y la independencia de un sistema de información.

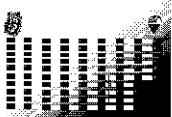
Por muchas razones, la integración completa no es nunca realmente económica. Los beneficios de la integración generalmente tienen su costo. El costo se debe principalmente a la mayor complejidad de un sistema altamente integrado; esto, a su vez, aumenta el riesgo tecnológico del sistema y el costo del diseño, prueba y conversión.

Se busca, naturalmente, el mejor equilibrio total entre integración e independencia. En términos de las características de un sistema integrado, los ajustes consecuentes son como sigue:

- * Fuentes de datos comunes. El eliminar fuentes de datos duplicados reduce el costo de recoger datos y evita muchos problemas de inconsistencia entre fuentes múltiples. Esto puede ser muy valioso en el caso de datos de gran volumen que se usan en muchos subsistemas (*un buen ejemplo son los datos de ventas*). Por otra parte, el intercambio automático de datos entre subsistemas origina dificultades técnicas serias, tales como compatibilidad de definiciones de datos, poner en clave, y medio de almacenaje. A menudo se exageran los problemas de seguridad cuando los subsistemas intercambian datos. Cuando se alimentan datos de transacciones a un sistema de decisiones de un nivel más alto, generalmente es necesario hacer transformaciones complejas en los datos; esto puede ser muy difícil de realizar en forma totalmente automática. Por todas estas razones, los ajustes generalmente favorecen únicamente el intercambio de datos de gran volumen, dejando que los datos de poco

volumen se recojan duplicados o se intercambien manualmente.

- * Consolidación del banco de datos. La consolidación de los registros fragmentados reduce el volumen total de almacenaje y elimina completamente las inconsistencias entre registros múltiples (que generalmente habrá, debido a diferencias en el tiempo de poner al corriente, aún cuando se use una fuente de datos común). Sin embargo, la consolidación puede aumentar significativamente el tiempo de transferir de un almacenaje auxiliar a uno principal, puesto que cada acceso a un registro consolidado mayor típicamente entraña la transferencia de elementos de datos que tienen poca probabilidad de ser usados en un programa dado. Más aún, un registro compartido requiere mucha más previsión sofisticada para la seguridad del programa (software), que los archivos fragmentados que permiten a cada usuario proteger físicamente los archivos que le interesan directamente (por ejemplo, la protección del archivo de nóminas por el departamento de nóminas). De consiguiente, los ajustes tienden a favorecer la consolidación de elementos de datos que tienen un patrón de uso similar y sirven a unidades de la organización relacionadas (por ejemplo, todas las funciones de contabilidad).
- * Consolidación de programas. Los programas fragmentados duplican considerablemente funciones tales como la lectura del almacenaje auxiliar y el llevar a cabo verificaciones de redacción. Los programas consolidados, por otra parte, típicamente son más complejos, aumentan las necesidades del equipo (hardware) como lo es el almacenaje en la Unidad Central de Proceso (CPU), y requieren una gran variedad de habilidades de diseño.
- * Uso de fuentes comunes. El uso compartido de fuentes a menudo proporciona importantes economías, evita duplicidad y da la oportunidad de emplear fuentes especializadas que de otro modo no se justificarían en un plan independiente. Sin embargo, el compartir siempre requiere que se uniformen la fuente común y que haya una forma de localizarla entre diver-



sas demandas. Establecer una lista general de especificaciones a menudo resulta en un compromiso que no agrada a nadie. La determinación de reglas de prioridad adecuadas es muy difícil técnicamente y, además crea (o cuando menos pone más de manifiesto) algunos conflictos serios de la organización. Tiene que incurrirse en un gasto fijo como compensación para fijar la fuente y proporcionar la generalidad que las fuentes compartidas requieran. Frecuentemente los ajustes favorecen que se dupliquen las fuentes para simplificar el sistema y lograr economías de especialización (por ejemplo, una minicomputadora especial adaptada a una aplicación de control del procesamiento).

3.1.3. **Tendencias hacia la integración del sistema de información.**

Los ajustes continuarán incorporando elementos tanto de integración como de independencia. Sin embargo, los desarrollos tecnológicos tienden a favorecer mayor integración y, por tanto, a la larga, la tendencia es claramente en esta dirección.

El desarrollo de sistemas de administración con fundamento en datos generalizados facilita mucho el compartir los datos y la consolidación del banco de datos. Los adelantos en los sistemas de operación permiten el compartir con seguridad las fuentes de procesamiento. El aumento en el tamaño del almacenaje principal permite una mayor consolidación de programas. El desarrollo de técnicas de administración de proyectos tales como el programa estructurado, el planear la red, y el diseño con ayuda de computadora, hace posible implementar programas altamente integrados.

Los adelantos fantásticos en la tecnología de la minicomputadora pueden considerarse como adversos a la tendencia general que favorece mayor integración. Algunas funciones del procesamiento se fragmentarán en vez de consolidarse, puesto que el costo de hacerlo es tan bajo. Una de nuestras necesidades más urgentes es encontrar un medio de administrar un sistema tan re-

partido, en el cual algunos procesos y partes del banco de datos se encuentran dispersos físicamente. El fijar una tarea particular a una fuente compartida o independiente se torna cuestión de ajustes (los cuales, naturalmente, cambian con el tiempo). Aún en casos en que los ajustes actuales favorecen la fragmentación física, frecuentemente encontraremos conveniente conservar la integración lógica por medio de alguna clase de agencia coordinadora. Por ejemplo, una minicomputadora dedicada a la entrada de datos en línea debería ciertamente ser considerada como parte integral del sistema total.

3.2. **Integración de las Actividades de Organización.**

3.2.1. **Características de una organización integrada.**

El diseño de una organización, como el de cualquier otro sistema, entraña un ajuste entre integración e independencia. Este punto preocupa al que diseña los SIA, porque es principalmente a través de un sistema de información formal que la organización puede adquirir un alto grado de integración.

Dicha integración se manifiesta por un acoplamiento más estrecho de las actividades de la organización y el compartir más las fuentes comunes. Una fábrica integrada, por ejemplo, mostraría algunas de las siguientes características:

- * Compartir el uso de la capacidad de producción —por ejemplo, una sola planta que produzca los componentes eléctricos para todas las líneas de productos de la compañía.
- * Planeamiento financiero que tome en consideración los efectos en toda la empresa de las fuentes de capital y gastos en proporción de ganancia, riesgo, proporción de desarrollo, etc.
- * Programa general de producción en todas las plantas de la empresa (digamos, proporcionando programas semanarios por grupos de productos).
- * Un sistema de entrada de pedidos cubriendo



toda la empresa enlazado a terminales lejanas en todas las oficinas de ventas, almacenes y plantas. Un pedido de un artículo determinado da por resultado la preparación de una orden de embarque en el almacén más cercano al cliente; el ajuste del artículo en el inventario del almacén; la preparación de la factura; la preparación de un pedido para reponer el artículo si se encuentra más abajo de la línea de reposición; y el poner al corriente varios datos relativos a ventas, fabricación y contabilidad.

- * Un sistema para administrar los fondos a corto plazo de la empresa, que se encarga de pagos y cobros de rutina en todas las divisiones de la operación.

El objeto de esta clase de integración es lograr un aprovechamiento más eficaz de las fuentes y reducir los fracasos de no ser óptimo el sistema. El pago estriba en el aumento en la complejidad y la necesidad de coordinación más estrecha entre las subunidades de la organización.

La coordinación se puede alcanzar con un planeamiento centralizado. Dicho planeamiento requiere información sobre (1) la naturaleza general de cada subunidad que se coordina, y (2) el estado actual de cada subunidad. Un grupo que preparara un programa de producción de una empresa, por ejemplo, necesitaría saber algo del proceso de producción, los costos y las capacidades de cada planta también necesitaría conocer los niveles de inventario actuales, el estado del programa actual de producción, etc. Únicamente, con información de esta clase, pueden los que planean la centralización, evaluar las consecuencias de cada alternativa y por tanto tener un fundamento racional para escoger la alternativa que conduzca al mejor resultado general.

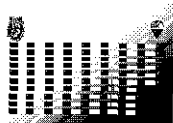
La información requerida para una centralización (racional) es muy rigurosa. En su forma práctica, su planeación requiere un sistema de decisiones formalizado apoyado en un fundamento de datos acordes con el grado de detalle usado en la planeación centralizada. El diseño, implementación y operación de un sistema así es difícil y costoso.

Puede implementarse una forma más descentralizada de planeación que reduce sustancialmente la complejidad, alcanzando todavía cierto grado de coordinación. Bajo este plan, cada subunidad (o tal vez un grupo de subunidades) planea independientemente sus actividades para lograr lo subóptimo de acuerdo con su propio grupo de fines. Los planes preparados independientemente se comunican entonces entre las subunidades. Cada subunidad podrá hacer cambios sencillos en su propio plan para ajustarse a las acciones previstas de otras. Quizá fuera conveniente usar un proyecto interactivo que revise los subplanes de modo (ojalá) que converjan hacia lo óptimo considerado globalmente. La gran ventaja de un proceso así es que puede dar por resultado un plan general adecuado sin necesidad de conocimiento centralizado de todas las subunidades (Blanning, 1971).

3.2.2. Ajustes entre la integración y la independencia de actividades de la organización.

La integración se logra mediante la coordinación. El grado de coordinación es un punto de diseño crítico regido por los siguientes ajustes:

- * *Campo de planeación.* A medida que el campo de un proceso de planeación dado se extiende —es decir, a medida que considera una esfera más amplia de los efectos que brotan de una decisión— el número de variantes y su interrelación también se extiende (generalmente en forma explosiva). El aumentar el campo, por tanto, reduce lo subóptimo, pero a cambio de una complejidad mucho mayor.
- * *Detalle de la planeación.* Mientras mayor es el detalle de la planeación, es menos probable que al tratar de llevarse a cabo el plan elegido sea impracticable o de otro modo indeseable. Para poder lograr más campo (y por tanto ser menos subóptimo), sin embargo, la planeación de alto nivel está obligada a trabajar con relativa información agregada en conjunto para que la complejidad y el volumen de ésta pueda conservarse dentro de límites que permitan manejarla.



- * Realismo en la planeación. Se puede lograr mayor realismo por medios tales como usar relaciones no lineales en lugar de las lineales simples o estimaciones de probabilidad en lugar de las deterministas. Esto aumenta mucho la complejidad, los problemas de recolección de datos, y los requerimientos de la computadora.

El objetivo es sacrificar estos costos en vista del aumento del valor de las decisiones que puede conseguir un realismo mayor.

- * Frecuencia de la planeación. La frecuencia de la planeación se aumenta reduciendo el intervalo de tiempo entre los períodos de planeación o estrechando los límites de control que rigen cuando el plan actual se revisa debido a una desviación importante. El planear con más frecuencia reduce los fracasos asociados con las desviaciones del plan, pero también hace más costosa la actividad de planeación.

- * Número de alternativas consideradas. El plan que va a implantarse debe ser seleccionado de entre varios proyectos debidamente preparados y evaluados. Mientras mayor sea el número de alternativas, hay mayor probabilidad de que sea mejor el plan seleccionado. La determinación del número de alternativas entraña, por tanto, un ajuste entre la calidad del plan y el costo de la planeación adicional.

- * Grado de formalidad. El proceso de planeación puede ser muy informal y existir únicamente en la mente del que planea. Puede, por otra parte, ser totalmente formal, definido explícitamente en términos de un modelo analítico o de simulación.

- * Participación de la computadora. El papel de la computadora en un proceso de planeación puede ordenarse en la siguiente forma:

(1) Planeación informal, sin ninguna ayuda significativa del sistema de información;

(2) Exposición, arbitraria, de los datos de planeación al encargado de planeación;

(3) Exposición, seleccionada, de los datos de planeación, frecuentemente en respuesta a consulta ad hoc que define las necesidades específicas de información del que planea;

(4) Un proceso hombre-máquina, típicamente en el que se usa un modelo para evaluar una alternativa producida por el encargado de planeación;

(5) Proporcionar una decisión automática en la cual el que planea da las entradas y los monitores las salidas; y

(6) Un modelo de decisiones perfectamente encajado que obtiene las entradas automáticamente del sistema de información formal y automáticamente entrega las salidas para su ejecución (con monitor humano para los resultados agregados).

La planeación informal en la cual la computadora desempeña un papel pequeño puede resultar barata y ser capaz de manejar una planeación mal estructurada y no susceptible de ser formalizada; adolece, sin embargo, de una limitación seria en el número de variantes y en la complejidad de interrelaciones que puede manejar. Cualquier intento racional de proporcionar una coordinación estrecha entre subunidades de acción recíproca generalmente tendrá que recurrir a una planeación con el apoyo de la computadora. (Morton, 1971).

3.2.3. Tendencias hacia la integración de actividades de la organización.

Existe una tendencia clara hacia la integración de las actividades de la organización por medio del desarrollo de metodología de planeación y control más sofisticados. Nos moveremos, cada vez más, hacia metodologías de planeación más formales y con un mayor uso de la computadora como ayuda al responsable de la planeación.

Los adelantos en la tecnología de la información —en el procesamiento de la información y en las ciencias para la toma de decisiones favorecen ciertamente la mayor integración. Se hace factible técnica y económicamente aumentar el



campo, detalle y realismo de los modelos de decisión. La planeación más frecuente, con consideración de más alternativas, se torna mucho menos costosa. La computadora puede desempeñar un papel más importante ayudando al planeador con recuperación de información de valor, evaluación de alternativas, o aún llevando a lo óptimo algunos subproblemas. Todas estas tendencias son bien evidentes en mucho del trabajo que actualmente se lleva a cabo en el campo de los SIA.

Por razones obvias, las organizaciones seguirán quedándose cortas de la integración total. La empresa se encuentra técnica, económica y operacionalmente muy atrás de nuestra capacidad de lograr dicha integración. Muchos procesos de decisión permanecerán grandemente descentralizados y fragmentados debido a su complejidad, su necesidad de un alto grado de flexibilidad por su naturaleza ideológica, o porque sus reacciones con otras partes de la organización son tan débiles que la centralización tiene poco que ganar en comparación con los problemas que puede originar.

En forma análoga al sistema de información, el objetivo deberá ser el desarrollo de un sistema de distribución de responsabilidades para la toma de decisiones de acuerdo con los ajustes corrientes.

A medida que cambien las necesidades y la tecnología, el sistema satisfactorio se adaptará en

términos del lugar de la toma de decisiones, el tipo de restricciones impuesto a los que planean en toda la jerarquía de decisiones, el grado de formalidad de los procesos de decisión, y el papel de la computadora.

4. Conclusiones

La profesión de SIA tiene, creo yo, mucha razón de estar optimista. Algunos sistemas integrados poderosos empiezan a surgir. La tecnología de la información proporciona ya un amplio apoyo para los sistemas que desarrollamos, y cada año se torna más capaz. Tenemos una visión mucho más realista de las dificultades a que tenemos que enfrentarnos al desarrollar un SIA sofisticado; por tanto, es más probable que tomemos los pasos adecuados para manejar proyectos complejos y evitar las promesas injustificadas de generaciones anteriores.

Tenemos una cantidad de problemas económicos, administrativos, sociales y ambientales que están llamando a gritos la aplicación inteligente de nuestros sistemas.

Nuestro motivo de optimismo no tendría límite si no fuera por el hecho de que la evidencia empírica muestra que somos muy capaces de hacer explotar la gran oportunidad que tenemos. Todavía está por ver si disponemos del criterio para desarrollar sistemas seguros, económicos, y con orientación al usuario.

