

14
2º



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS Y DEFINICION DE UN PLAN DE MIGRACION PARA LA RELOCALIZACION DE LOS SISTEMAS DE ADMINISTRACION ESCOLAR DE LA UNAM

SEMINARIO DE INVESTIGACION INFORMATICA

QUE EN OPCION AL GRADO DE LICENCIADO EN INFORMATICA

P R E S E N T A :

MARCELA JULIANA PEÑALOZA BAEZ

PROFESOR DEL SEMINARIO:

Ing. y M. en C. Manuel Piñuela del Río



México, D. F.

1993

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

Capítulo

1	Introducción	1
2	Antecedentes	7
2.1	Desarrollo de la computación en la UNAM	7
2.1.1	Centro de Cálculo Electrónico	8
2.1.2	Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Sistemas y Servicios	10
2.1.3	Centro de Servicios de Cómputo	11
2.1.4	Programa Universitario de Cómputo	12
2.1.5	Dirección General de Servicios de Cómputo Académico Dirección General de Servicios de Cómputo para la Administración	12
2.1.5.1	Importancia de los equipos UNISYS en la UNAM	16
2.2	Evolución de la Administración Escolar en la UNAM	18
3	Situación actual	29
3.1	Estructura organizacional para los sistemas de administración escolar	29
3.1.1	Dirección General de Administración Escolar	30
3.2	Plataforma de hardware	32
3.2.1	Equipo A-12	37
3.2.2	Equipo A-12B	39
3.2.3	RedUNAM	40
3.3	Sistemas	41
3.3.1	Primer Ingreso	42
3.3.2	Registro escolar	45
3.3.2.1	Desventajas del SARCE	48
3.3.2.3	Recursos de almacenamiento consumidos	53
3.3.3	Sistema Incorporado	54
3.4	Conclusión	55

4	Sistemas distribuidos	55
4.1	De los sistemas centralizados a los sistemas distribuidos	58
4.2	Qué es un sistema distribuido	63
4.3	Arquitectura Cliente/Servidor	68
4.3.1	Definición	69
4.3.2	Características del cliente	70
4.3.3	Características del Servidor	74
4.3.4	Elementos de un sistema cliente/servidor	77
4.3.5	Ventajas y desventajas sobre otros modelos	79
4.3.5.1	Sistemas cliente/servidor vs. sistemas de tiempo compartido	81
4.4	Estrategias de relocalización de sistemas de cómputo	83
4.4.1	Downsizing	85
4.4.2	Rightsizing	87
5	Metodología para la relocalización de sistemas de cómputo	89
5.1	Estudio de viabilidad	90
5.1.1	Viabilidad económica	91
5.1.2	Viabilidad técnica	96
5.1.3	Viabilidad legal	98
5.1.4	Alternativas	98
5.2	Selección de la plataforma de hardware y software	98
5.2.1	Selección de la plataforma de hardware	99
5.2.1.1	Aspectos en la evaluación de los equipos	101
5.2.1.2	Validación de la información	109
5.2.1.3	Métodos para la selección del sistema más adecuado	112
5.2.1.3.1	Técnica de pesos y marcas	112
5.2.1.3.2	Técnica de costo-valor	122
5.2.2	Selección de la plataforma de software	123
5.2.2.1	Identificación de las necesidades de la organización	126
5.2.2.2	Primera eliminación de alternativas	127
5.2.2.3	Evaluación de proveedores	128

5.2.2.4	Evaluación de productos	128
5.2.2.5	Recomendación	130
5.3	Plan de migración	131
5.3.1	Definición de políticas y estándares	132
5.3.2	Selección de las aplicaciones que migrarán y determinación de la secuencia en que lo harán, identificando primeramente la aplicación piloto	132
5.3.3	Adquisición del hardware y software al que migrarán las aplicaciones	133
5.3.4	Reorganización del área de informática y de las demás áreas afectadas de la organización	134
5.3.5	Formulación del plan de trabajo para el desarrollo de la aplicación piloto.	134
5.3.6	Capacitación al personal	135
5.3.7	Establecimiento de controles y procedimientos de auditoría	135
6	Alternativas de solución	137
6.1	Definición de costos y costo operativo de la plataforma actual	140
6.1.1	Costo operativo de la plataforma actual	144
6.2	Consideraciones generales	145
6.2.1	RedUNAM	145
6.2.2	Ambiente de trabajo: Producción	145
6.2.3	Migración de los sistemas de archivos planos a bases de datos	146
6.2.4	Cambios estructurales en las unidades de cómputo de las dependencias usuarias	146
6.2.5	Plan de migración	147
6.2.6	Servicios de captura óptica y digital	147
6.3	Alternativa 1: Mantener a los computadores A-12 y A-12B, haciéndolos más abiertos mediante hardware y software	148
6.3.1	Ventajas y desventajas de la Serie A	149
6.3.2	Apertura de los equipos Unisys	151
6.3.2.1	Apertura mediante hardware	151
6.3.2.2	Apertura mediante software	151
6.3.3	Ventajas	155

Indice

6.3.4	Desventajas	156
6.3.5	Análisis costo-beneficio	157
6.4	Alternativa 2: Cambiar los computadores A-12 y A-12B por computadores con capacidades CCE (Cooperative Computing Environment) de Unisys	158
6.4.1	Ventajas	160
6.4.2	Desventajas	160
6.4.3	Análisis costo-beneficio	161
6.5	Alternativa 3: Bajo un esquema cliente/servidor, mantener a los computadores A-12 y A-12B como superservidor, y un computador Sun como front-end.	163
6.5.1	Características del SPARCserver 10 de Sun Microsystems	164
6.5.2	Ventajas	165
6.5.3	Desventajas	165
6.5.4	Análisis costo-beneficio	166
6.6	Alternativa 4: Sustituir a los A-12 y A-12B por un SPARCcenter 2000 de Sun	168
6.6.1	Características del SPARCcenter 2000 de Sun Microsystems	169
6.6.2	Ventajas	170
6.6.3	Desventajas	170
6.6.4	Análisis costo-beneficio	171
6.7	Alternativa 5: Asignar un computador Sun a cada gran usuario.	172
6.7.1	Ventajas	173
6.7.2	Desventajas	173
6.7.3	Análisis costo-beneficio	173
6.8	Alternativa 6: Bajo un esquema cliente/servidor, contar con un SPARCcenter 2000 como superservidor, y computadores Sun como servidores locales.	175
6.8.1	Análisis costo-beneficio	176
6.9	Resumen y conclusión	178
7	Plan de migración	185
7.1	Selección del front-end	185
7.2	Selección del manejador de base de datos	194
7.3	Plan de Migración	201
7.3.1	Definición de políticas y estándares	201

7.3.2	Selección de la aplicación piloto y demás aplicaciones que migrarán a la nueva plataforma	202
7.3.3	Adquisición del hardware y software: Plan a cuatro años	203
7.3.4	Reestructuración de las dependencias afectadas	206
7.3.5	Plan de trabajo para la aplicación piloto	207
7.3.6	Plan de capacitación al personal	207
7.3.7	Establecimiento de controles y procedimientos de auditoría	208
8	Perspectivas de desarrollo	211
	Conclusiones	215
	Apéndice	
A	Descripción del Sistema Automatizado de Registro y Control Escolar	217
B	Papel del DBMS en diversos esquemas de cómputo	237
C	Evaluación del rendimiento de equipos de cómputo	241
D	Cuestionario para la evaluación de manejadores de bases de datos	253
E	Serie U 6000 de Unisys	287
F	Software de conectividad	291
	Glosario	295
	Bibliografía	301

CAPITULO 1

INTRODUCCION

La Universidad Nacional Autónoma de México posee una tradición en el área de cómputo que data de hace más de treinta años, siendo pionera en el uso de computadoras como herramientas para el desarrollo científico y tecnológico.

La Universidad cuenta con una población estudiantil superior a los 300,000 estudiantes, distribuidos en las diferentes escuelas y facultades, tanto a nivel bachillerato como profesional, y al mismo tiempo controla el sistema incorporado. La administración escolar se convierte en un factor crítico para el devenir universitario, actividad que desde 1965 es apoyada por sistemas de cómputo.

El equipo de cómputo dedicado a la administración escolar, ha empezado a dar muestras de saturación en cuanto a espacio en disco desde hace más de dos años. Aunado a esto, el Sistema de Registro y Control Escolar data de hace más de veinte años, y en nuestros días se hace necesario un diseño más eficiente de este sistema que aproveche al máximo las nuevas tecnologías que el mundo de la informática nos ofrece.

El presente trabajo engloba un estudio de las condiciones que permitan resolver satisfactoriamente las necesidades de la UNAM en materia de planeación, implementación y control de la función de informática, en el rubro de administración escolar.

El objetivo de este trabajo de seminario de investigación es, precisamente, evaluar los posibles caminos que pueda tomar la aplicación de nuevas tecnologías en los sistemas de administración escolar de la UNAM, con el fin de definir un plan para la relocalización de estos sistemas, por lo que se presenta una aportación que permita la mayor comprensión del entorno informático universitario.

Capítulo 1 - Introducción

Para cumplir tal objetivo, se ha dividido en ocho capítulos:

Capítulo 1 *Introducción*

En él se hace una presentación general del trabajo, destacando la importancia del mismo. Incluye una exposición de motivos para el desarrollo de este seminario de investigación, los objetivos de éste, y un breve resumen de los capítulos que lo conforman.

Capítulo 2 *Antecedentes*

Incluye la historia de los centros de cómputo en la UNAM, desarrollando las diversas etapas por las que han atravesado, la forma en que se crearon, equipos, software y servicios que prestaban a la comunidad, así como las características más relevantes de cada uno. También se presenta la evolución que ha tenido la entidad encargada de la administración escolar en la UNAM, desde su creación.

Capítulo 3 *Situación actual de los sistemas de administración escolar*

En este capítulo se introduce al lector en las condiciones actuales de los sistemas de administración escolar y el marco organizacional en el que se encuentran; en lo que a disponibilidad de hardware se refiere, se hablará de los servicios que tienen a su disposición los responsables de los sistemas.

Respecto a los sistemas, se menciona la situación actual de los sistemas de Primer Ingreso y de Registro y Control Escolar, revisando de forma somera el Sistema Incorporado.

Todos los aspectos planteados en este capítulo son los que determinaron la necesidad de cambiar de plataforma, entendiéndose por plataforma tanto el hardware como el software de sistemas y de aplicación.

Capítulo 4 *Sistemas distribuidos*

Se presenta aquí la evolución de los sistemas centralizados a los sistemas distribuidos. Se define qué es un sistema distribuido, y los modelos de implementación que existen.

Además, se define la arquitectura cliente/servidor, describiendo los elementos que la componen, desarrollando el porqué está en auge en la actualidad, y qué ventajas ofrece sobre los otros modelos de implementación de un sistema distribuido, así como el avance que ha tenido en los últimos años.

Se hablará también de las estrategias de relocalización de sistemas de cómputo: downsizing, upsizing, rightsizing.

Capítulo 5 *Metodología para la relocalización de sistemas de cómputo*

En este capítulo se presenta una metodología para relocalizar sistemas de cómputo, concepto que fue definido en el capítulo anterior. Para ello, se tratan ampliamente los pasos necesarios para realizar estudios de viabilidad, y se describen algunas técnicas para la selección de equipos de cómputo; finalmente se presenta una metodología para la selección de software y para la elaboración del plan de migración.

Capítulo 1 - Introducción

Capítulo 6 Alternativas de solución

Dada la situación actual de los sistemas de administración escolar expuesta en el capítulo tres, en este capítulo se analizan diversas alternativas de solución, evaluando, para cada una de ellas, el costo-beneficio que representan, definiendo primeramente los criterios de evaluación seleccionados de acuerdo con las necesidades de la Universidad.

Capítulo 7 Plan de migración

Una vez evaluadas las diversas alternativas de solución, se formula aquí el plan de trabajo a cuatro años que encierra el inicio de la estrategia de migración para relocalizar los sistemas de administración escolar, comenzando por la selección de la configuración del primer equipo que se adquirirá y del manejador de bases de datos a ser utilizado.

Capítulo 8 Perspectivas de desarrollo

Se presentan aquí los servicios que se pueden llegar a ofrecer siguiendo la estrategia de migración planteada en el capítulo 6 y el futuro que puedan tener los sistemas de administración escolar si se continúan empleando nuevas tecnologías para hacerlos cada vez más eficientes.

Conclusiones

Al final del trabajo se incluye la bibliografía consultada y un pequeño glosario de términos que intenta facilitar la lectura y entendimiento del trabajo, sin pretender establecer conceptos estrictos de dichos términos, así como diversos apéndices entre los que se destaca el cuestionario utilizado para la selección del manejador de bases de datos.

Quiero expresar mi gratitud al Dr. Víctor Guerra Ortiz, Director General de Servicios de Cómputo Académico, y a la Act. Ma. Teresa Molina Charpenel, Directora de Cómputo para la Administración Académica, por permitirme desarrollar este trabajo, así como por sus valiosas observaciones, consideraciones y comentarios.

Muy especialmente agradezco la colaboración del Ing. Antonio Enrique González Velázquez, cuyos conocimientos y experiencia fueron un apoyo determinante para la realización de este estudio.

Aprecio también los puntos de vista vertidos por el Ing. Fernando Baz García, del Departamento de Apoyo a Sistemas Unisys de la DCAA.

Finalmente, quiero hacer patente mi agradecimiento al M. en C. Manuel Piñuela del Río, por la paciencia con que dirigió la consolidación de este trabajo.

Capítulo 1 - Introducción

CAPITULO 2

ANTECEDENTES

La Universidad Nacional Autónoma de México, máxima Casa de Estudios del país, cuenta con una población de aproximadamente 300,000 estudiantes activos, distribuidos en sus diferentes Escuelas y Facultades, tanto a nivel bachillerato como profesional.

Dada la cantidad de estudiantes que la UNAM tiene que controlar, surge la necesidad de contar con sistemas confiables capaces de registrar en forma oportuna y veraz los movimientos que se generan para registro en el historial de cada alumno inscrito, desde el inicio de sus estudios en el ciclo universitario, hasta la terminación de los mismos. Es por ello que se han desarrollado, a lo largo de la evolución de esta institución de enseñanza superior, distintos sistemas automatizados para el registro y seguimiento de los alumnos inscritos.

Incluso se podría pensar que la adquisición de los primeros computadores electrónicos en la UNAM fue motivada en gran medida por la inquietud de desarrollar aplicaciones de tipo administrativo como nóminas, contabilidad y, posteriormente, sistemas para el control escolar.

2.1 Desarrollo de la computación en la UNAM¹

Han pasado ya más de treinta años desde que la Universidad

¹Autores varios, *Memorias del Congreso Nacional "Pasado, Presente y Futuro de la Computación en México"*, Universidad Nacional Autónoma de México, Volúmenes I y II, México 1988.

Nacional Autónoma de México introdujo la computación en México, al instalar en 1958 una computadora IBM-650 en la Facultad de Ciencias, con lo cual se convirtió, a su vez, en pionera en América Latina. Esta máquina fue destinada para el desarrollo de proyectos de investigación en las ramas de Ingeniería, Matemáticas, Física, Economía y Administración de Empresas.

2.1.1 Centro de Cálculo Electrónico

Paralelamente a la adquisición de la IBM-650 se creaba el Centro de Cálculo Electrónico (CCE), cuyo principal objetivo era el de implantar y promover el uso de la computadora en apoyo a la investigación y la docencia, en las áreas de Matemáticas, Física y Actuaría, que requerían gran cantidad de cálculos numéricos, y cual tuvo como lugar de ubicación la planta baja del edificio de la entonces Facultad de Ciencias.

En 1960, dos años más tarde, se adquiere una Bendix G-15, una computadora de las pocas de bajo costo que eran fabricadas en la década de los cincuenta, y que tenía un valor de alrededor de \$50,000 dólares (mientras que la IBM-650 había costado \$200,000 dólares).

Ambos sistemas (la IBM y la Bendix) basaban sus bajos costos en el uso de memorias de tambor y circuitos aritméticos de forma serial, pero era esta misma arquitectura la que a su vez limitaba la velocidad de los computadores.

Es después de que el CCE se cambia al edificio que se encuentra junto al Jardín Botánico Interior (actual IIMAS), en 1963, que se adquiere un nuevo equipo en renta: una Bull Gamma-30.

En ese mismo año se compra una computadora analógica AD-224 de la compañía Applied Dyna-Mics para el Departamento de Biocibernética.

Al año siguiente, 1964, se adquiere una minicomputadora PDP-8. Producida por Digital Equipment Corporation, la PDP-8 podía ser adquirida por la décima parte de una PDP-1. Mantenía la flexibilidad de acceso a los canales de entrada/salida en comparación con modelos anteriores pero su programación era más complicada debido a la limitación de espacio direccionable. Posteriormente, en 1965, se compra una Bendix G-20.

Se crea entonces el Centro Móvil de Cálculo Electrónico cuya función era utilizar la Bendix G-15 para cursos introductorios fuera del Distrito Federal.

Después se instala la primera computadora de uso administrativo: una IBM-1440 en la Sección de Máquinas y se crea el Departamento de Sistemas del Patronato Universitario.

En 1969, da comienzo la era del teleproceso en la UNAM al adquirir un primer equipo Burroughs: un B-5500.

Los trabajos eran alimentados en el B-5500 por medio de lectoras de tarjetas. Existían principalmente tres categorías de trabajos, de acuerdo con el consumo de recursos de los mismos. Los trabajos cortos que eran ejecutados en la mañana residían en tarjetas rojas denominadas "express"; los trabajos medianos se encontraban en tarjetas verdes y corrían por la tarde; y por último, los trabajos pesados se corrían por la noche y eran alimentados en tarjetas amarillas. Los lenguajes más utilizados entonces eran FORTRAN, COBOL y ALGOL. También se utilizaban paquetes para cálculo de rutas críticas.

Era en el Instituto de Ingeniería en donde se encontraban los usuarios que consumían mayor cantidad de recursos, y que tenían acceso a la B-5500 por medio de teletipos.

La B-5500 contaba con una impresora de 1,200 líneas por minuto, cuatro unidades de cinta de siete pistas, una lectora y una perforadora de tarjetas.

Es también en 1969 cuando la Dirección General de Sistematización de Datos sustituye sus equipos por una computadora IBM-360/40.

2.1.2 Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Sistemas y Servicios

En 1970, se crea el Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Sistemas y Servicios (CIMASS), que integraba en una sola dependencia las funciones de apoyo de cómputo al área académica y administrativa de la Universidad, que hasta entonces habían estado a cargo del Centro de Cálculo Electrónico y de la Dirección General de Sistematización de Datos.

A dos años de su creación el CIMASS alcanzó un éxito completo en sus objetivos principales: (1) la calidad y cantidad de sus proyectos de investigación eran de lo más adelantado en el país y competían con cualquier centro de investigación del extranjero, y (2) la mayoría de las dependencias universitarias hacían uso de los servicios de cómputo que el CIMASS ofrecía.

En 1973 se instala en el CIMASS un computador Burroughs B-6500, y durante el transcurso de ese mismo año se instala un procesador central B-6700, también de Burroughs. El equipo B-6500 contaba con 16 módulos de memoria, cuatro unidades de cinta de siete canales, dos impresoras, dos lectoras de tarjeta y dos consolas para operación.

Algunos de los teletipos que estaban conectados a la B-5500 son sustituidos por terminales tipo DecWriter, lo cual fue un avance importante en la calidad del servicio ofrecido.

El número de usuarios del CIMASS crece, por lo que se crea una sección dedicada a ejecutar los programas de los investigadores. Asimismo, comienza la utilización de paquetes estadísticos como

SPSS y Dynamo. Dentro de los lenguajes más utilizados en esta época destaca el PL/1.

2.1.3 Centro de Servicios de Cómputo

También en 1973 se decide separar la función de servicios de la función de investigación y desarrollo de sistemas, con el fin de permitir el libre desarrollo de ambas. Para ello se divide al CIMASS en el Centro de Servicios de Cómputo (CSC) y el Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (CIMAS). Años después, el CIMAS se convertiría en instituto.

En 1976 se sustituye el equipo de apoyo administrativo (el IBM-360/40), por un computador B-6700, lo cual implantó una nueva modalidad en el servicio al permitir el uso de terminales con monitor.

El B-6700 contaba con capacidades muy superiores a las de sus antecesores, la densidad de los discos fue aumentando desde densidad simple hasta triple densidad. La instalación de IMSL (un conjunto de rutinas matemáticas) permitió a los usuarios programar de una forma más sencilla algoritmos que involucraban diversos cálculos numéricos.

Existían alrededor de 300 terminales distribuidas en varias dependencias universitarias.

Hasta el año de 1979 se continúa con proyectos de instalación de estaciones remotas, ampliando el servicio a un número mayor de dependencias universitarias. Existía, incluso, enlace telefónico con una universidad chilena.

También en 1979 se instala un computador B-6800 para apoyo académico. Se mejoraron las unidades de cinta permitiendo 9 canales de grabación y el trabajo era tal que se necesitaban seis operadores por turno para controlar el equipo.

2.1.4 Programa Universitario de Cómputo

Ocurre en octubre de 1981 una reestructuración del Centro de Servicios de Cómputo que da lugar al Programa Universitario de Cómputo (PUC), formado por una Dirección General y cuatro Direcciones con el fin de proporcionar servicios a las áreas de Docencia, Investigación, Administración Académica y Administración Central.

En 1982 se instala un computador Burroughs B-7800. Este equipo se convirtió en el equipo más rápido de toda Latinoamérica y, por más de siete años, fue el más rápido de la UNAM.

En el período 1982-1987 el servicio en la B-7800 cobra auge en el terreno del teleproceso con aproximadamente cuatrocientas terminales conectadas. Este auge se debió a la importancia que había cobrado el cómputo al simplificar el trabajo a desarrollar por el usuario; además, gracias a que las terminales eran amigables, el usuario deseaba contar con un equipo cercano a su lugar de trabajo.

Esta fue una etapa importante debido al uso intensivo del equipo para desarrollar proyectos de investigación, actividades de los estudiantes de la UNAM y cursos de computación al público en general, desapareciendo al final de este período el uso de tarjetas perforadas.

2.1.5 Dirección General de Servicios de Cómputo Académico Dirección General de Servicios de Cómputo para la Administración

En 1985 suceden cambios fundamentales, pues se crea el Consejo Asesor de Cómputo de la UNAM, y el PUC desaparece, naciendo así el 14 de mayo de 1985 las Direcciones Generales de Servicios de

Cómputo Académico (DGSCA) y de Cómputo para la Administración (DGSCAd), que conocemos actualmente.

La DGSCAd surge a partir de la Dirección para la Administración Central que formaba parte del PUC. Está ubicada en la colonia Del Valle, Ciudad de México. Fue creada para dar servicio a todas las dependencias relacionadas con la administración central. Su objetivo es satisfacer los requerimientos de cómputo de las dependencias universitarias que demandan sistemas automatizados en el control y seguimiento de procesos administrativos, así como impulsar el uso adecuado de la computación dentro de la administración central de la UNAM.

DGSCAd atiende dependencias universitarias de la Secretaría Administrativa, de la Secretaría de Asuntos Estudiantiles, Oficina del Abogado General, Dirección General de Información, Tiendas UNAM y Patronato Universitario, así como a las Escuelas, Facultades, Institutos y Centros que requieran de sistemas automatizados para cumplir tareas administrativas.

Las Direcciones para la Docencia, para la Investigación y para la Administración Académica dan lugar a la DGSCA, que en 1986 recibe un equipo IBM-4381 al que se conecta, a fines de ese año, un sistema de diseño asistido por computadora (CAD) que podía ser accesado desde la recién creada red Token-Ring.

En diciembre del mismo año la DGSCAd sustituye su equipo Burroughs B-6700 por tres computadoras: dos A-9 y una A-3 de Unisys.

Estas computadoras tienen aproximadamente ciento cincuenta terminales conectadas y cuarenta y tres impresoras. Cuentan con servicios de manejo de cintas, respaldo de archivos y transferencia de archivos de computadoras personales hacia mainframes y viceversa, diversos compiladores y bibliotecas del sistema.

Capítulo 2 - Antecedentes

En 1987 se presenta el plan para la integración de la Red Universitaria de Cómputo a la Red Académica Mundial de Cómputo BITNET, facilitando así la comunicación de la comunidad universitaria con universidades de Estados Unidos, Canadá, Europa, Israel, Singapur, Japón y Puerto Rico.

En la Dirección de Cómputo para la Administración Académica (DCAA), dependiente de la DGSCA, ubicada en la planta baja del edificio IIMAS, en 1988 se sustituye el equipo Burroughs B-6800 por un computador Unisys modelo A-12 y uno modelo A-6.

El equipo B-6800 ya no satisfacía las necesidades de servicio de los usuarios, y con el afán de cubrirlas se cambia por un equipo moderno, compatible con el anterior de manera tal que se pudiesen seguir utilizando desde los programas y datos previamente generados, hasta algunas piezas de hardware. Adicionalmente a todos los servicios del anterior -manejo de cintas, bibliotecas científicas y estadísticas, impresión a gran escala-, en el nuevo equipo se contaba con versiones actualizadas del sistema operativo y con lenguajes de mayor potencia y menor complejidad.

El subsistema de comunicaciones de los equipos Unisys se actualiza, apareciendo los procesadores de comunicaciones CP2000.

En 1990 el A-6 ubicado en la DCAA es trasladado a la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios (DGIRE).

En ese mismo año llega al centro de cómputo de la DCAA un equipo Cyber 170 modelo 855 de la compañía Control Data Corporation, cuyo objetivo era el de ser utilizado en la investigación, debido a su gran capacidad de proceso y calidad de herramientas de software orientadas al trabajo científico.

La DCAA entonces adquiere un tercer procesador de comunicaciones para la A-12 debido a la necesidad de expansión del número de usuarios administrativos atendidos por esta dependencia.

Durante más de diez años, la computadora con mayor capacidad de procesamiento en la UNAM fue la Burroughs B-7800 ubicada en la DGSCA, pero poco a poco el mantenimiento y soporte se volvieron más costosos con una arquitectura muy rígida para las necesidades de la época.

Fue entonces cuando al plantearse la necesidad de cambiar el sistema por uno más nuevo, se decide comprar un equipo actualizado que alcanzara a cubrir todos los servicios del anterior, y también aquellos que la comunidad reclamaba.

El equipo que se decidió sustituyera al sistema B-7800 resultó un computador Unisys modelo A-12B, el cual permitiría disponer de una variedad más amplia de servicios, moderno software y hardware y una metodología de utilización diferente debido al uso de un complejo esquema de comunicaciones gracias al cual el sistema llegaba a ser más amigable al usuario.

En este equipo A-12B se encuentran instalados gran variedad de lenguajes, inclusive la primera versión en Unisys de "C" y un lenguaje de cuarta generación: LINC. Dentro de los manejadores de base de datos encontramos a DMSII y SIM. Por otro lado, los paquetes más utilizados son SPSSX (estadística), DTS (paquete para transferencia de archivos PC-Series A, Series A-PC) y gran variedad de servicios que auxilian al usuario en tareas comunes como obtener directorios de cintas, acceso a ciertos comandos de operación, etc.

En 1991, la Universidad Nacional Autónoma de México se coloca de nuevo a la vanguardia en cómputo en América Latina, al adquirir una supercomputadora Cray YMP 4/432, con la que se abre toda una nueva gama de posibilidades para el aprovechamiento del cómputo en la investigación.

2.1.5.1 Importancia de los equipos UNISYS en la UNAM.

Una gran variedad de instituciones, no únicamente académicas y de investigación, sino también comerciales y gubernamentales han seguido de cerca el desarrollo del cómputo en la Universidad; la razón principal para ello es que la Universidad ha sido "semillero de tecnología" y de recursos humanos en el área de la computación, lo que se traduce en importantes beneficios a corto, mediano y largo plazo para todo el país.

Es nuestra máxima Casa de Estudios la primera institución educativa que adquiere una computadora para trabajo de investigación y también la primera en explotar los beneficios que éstas brindan en los ámbitos académico y administrativo.²

Muchos de nuestros más renombrados investigadores trabajaron en la preparación de múltiples proyectos de vanguardia en alguna de las máquinas Burroughs, miles de estudiantes han tenido su primer acercamiento al cómputo en ellas, y cada una de las personas que conforman la población estudiantil de la Universidad han recibido y reciben periódicamente sus documentos académicos y administrativos procesados e impresos en un equipo de éstos.

La computadora con la que se inicia la era del teleproceso en la UNAM fue una Burroughs B-5500, primer equipo comprado por la Universidad a la compañía Burroughs, actualmente Unisys. Esta máquina fue pionera en el área de las comunicaciones remotas por medio de terminales que realmente eran teletipos, y que se ubicaban físicamente tanto en lugares lejanos al centro de cómputo, como en áreas internas a él.

² Autores varios, *Interconexión de los Mainframes Unisys Ubicados en los Principales Centros de Cómputo de la UNAM Utilizando una Arquitectura Híbrida BNA-TCP/IP en un Ambiente Ethernet*, México 1992.

Hemos visto cómo la demanda de servicio por parte de los usuarios de los equipos Burroughs, propició que se realizaran diversas adquisiciones, en las que cada nueva compra permitía ofrecer servicios similares con mayor capacidad de procesamiento, en un menor tiempo de respuesta.

Prueba de ello es que en 1971 se instala un equipo B-6500 y meses más tarde es convertido a uno B-6700.

En 1978 se instala el B-6800, equipo que sería dedicado exclusivamente al servicio académico, puesto que existían otros para la administración central y escolar.

Durante el año de 1982 se adquiere el B-7800, que marcaría una nueva etapa en el cómputo puesto que dicha máquina además de que tenía una capacidad de proceso mucho más grande, estaba conectada a la red pública de datos TELEPAC a través de la subred X.25, mediante el uso de dispositivos de comunicación síncronos, permitiendo que una gran cantidad de usuarios remotos accasaran al sistema desde puntos distantes al campus universitario, inclusive desde lugares situados fuera del país.

Con la llegada de los computadores de la Serie A a la Universidad se abren nuevas opciones de desarrollo, puesto que las mejoras que tales equipos incorporaban en relación a los anteriores permitirían un procesamiento de la información más rápido, un mejor ambiente para el desarrollo de sistemas y una arquitectura de comunicaciones más amplia y eficiente para el usuario final.

Gracias a la nueva arquitectura pudo realizarse el proyecto de integración de los equipos Serie A a RedUNAM. La versatilidad de los procesadores de comunicación externos facilitó la tarea de establecer enlaces por medios telefónicos utilizando protocolos BDLC, enlaces telefónicos dedicados hacia terminales inteligentes, concentradores y terminales TTY, comunicación hacia redes públicas con métodos síncronos y aún más, su nueva arquitectura de redes hizo posible el inicio de un proyecto que culminaría con la unión de los equipos Unisys y de otros proveedores de la UNAM en un

solo ambiente descentralizado.

La instalación del conjunto de protocolos TCP/IP (estándar actual en enlaces entre sistemas abiertos) en los equipos de la Serie A marcó una etapa de repunte en el aspecto de redes de computadoras, puesto que fue la primera instalación en su tipo en América Latina.

2.2 Evolución de la Administración Escolar en la UNAM.³

En 1933, fue creado el Departamento Escolar, cuyo objetivo fundamental era el de atender los asuntos relacionados con los alumnos, tales como su inscripción, registro de calificaciones, expedición de certificados, etc.

Este Departamento Escolar cambió su nombre, en 1947, por el de Dirección General de Servicios Escolares, situación motivada por el mismo crecimiento de la Universidad y por la importancia de contar con procedimientos administrativos más acordes con la realidad universitaria.

En el año de 1961 se implantó el primer examen de admisión a aspirantes de primer ingreso a nivel profesional a la UNAM con el apoyo de sistemas automatizados, aplicándose el mismo tipo de exámenes para el ingreso a la Escuela Nacional Preparatoria en 1963.

En 1962, las funciones principales de la Administración Escolar podrían ser resumidas como sigue:

³Carrasco Aceves Luis Rodolfo, *Análisis y Diseño de un Sistema Computarizado de Administración Escolar para la UNAM*, México 1988.- Antecedentes.

- Observar y aplicar las normas y políticas aprobadas por el Consejo Universitario, así como los acuerdos dictados por el Rector y demás autoridades en relación con la inscripción de los alumnos y el control de sus estudios en la UNAM.
- Realizar la inscripción misma de los alumnos de primer ingreso, indicándoles a éstos las materias que deberían cursar en su primer año de estudios en la carrera escogida, proporcionándoles su credencial de identificación correspondiente.
- Realizar la reinscripción de los alumnos ya ingresados que habían terminado los ciclos escolares correspondientes en sus facultades y escuelas, así como la expedición de actas y boletas de examen, además del historial académico de los alumnos, para lo cual se llevaba una tarjeta personal en la que se anotaba la carrera, materias por año, tipo de examen presentado y calificación de los mismos.
- Realizar la revalidación de estudios de los alumnos provenientes de otras instituciones educativas por los equivalentes a los de las escuelas en donde ingresaban, siguiendo, en este caso, los acuerdos y disposiciones que dictaba la Comisión de Revalidación de Estudios y Grados del Consejo Universitario.
- Procesar en su Departamento Central de Máquinas, a través de un sistema automatizado basado en tarjetas perforadas, estadísticas escolares, listas de alumnos inscritos, clasificación según su carrera, materias, edad, nacionalidad, actas de examen, boletas de calificaciones, entre otras.
- Expedir documentos certificados relacionados con la revisión de estudios realizados por el alumno en la UNAM, certificados de estudio, autorización y formulación de actas de exámenes profesionales, títulos profesionales, así como el envío de documentación necesaria a la Dirección General de Profesiones para el registro de los títulos en los padrones correspondientes.

Para llevar a cabo estas funciones, la Dirección General de Servicios Escolares mantenía la siguiente estructura:

- Secciones escolares en las Escuelas y Facultades
- Departamento de Control Escolar
- Departamento de Coordinación de Estudios

Capítulo 2 - Antecedentes

- Departamento de Admisión, Credenciales, Registro Escolar y Archivo de Admisión
- Departamento de Pasantes, con sus Oficinas de Revisión de Estudios, de Certificados, de Exámenes Profesionales y de Títulos
- División de Graduados

En 1965 se creó la Oficina de Selección de Alumnos, teniendo a su cargo la elaboración de los exámenes de admisión a las Escuelas profesionales de la UNAM y a la Escuela Nacional Preparatoria e investigaciones relacionadas con los instrumentos de evaluación. Además, organizaba la aplicación de dichos exámenes de admisión y realizaba todas las actividades necesarias para seleccionar a los aspirantes que ingresaban por primera vez a la UNAM.

No fue sino hasta ese año, 1965, cuando se inician las actividades administrativas apoyadas en cómputo, al instalarse la primera computadora en la Sección de Máquinas de la Secretaría Auxiliar, con el objeto de atender los requerimientos de automatización del sistema de control escolar, generando las actas de exámenes y listas de alumnos, así como requerimientos de índole administrativa.

Un año después, se puso en funcionamiento un segundo equipo de cómputo en el Departamento de Sistemas del Patronato Universitario, con la idea de desarrollar los sistemas de nómina y contabilidad.

En 1967 se creó la Dirección General de Sistematización de Datos que tenía, entre sus funciones básicas, la de integrar todos los sistemas computarizados de apoyo a la administración universitaria, entre los que resaltaban los sistemas de control y registro escolar, nómina, contabilidad y presupuesto.

Fue en ese año que, debido a la misma naturaleza de las funciones que tenía a su cargo la Dirección General de Servicios Escolares, se efectuaron los siguientes cambios estructurales:

División del Departamento de Admisión, Credenciales, Registro Escolar y Archivo de Admisión en los siguientes Departamentos:

- Departamento de Control Escolar
- Oficina de Carreras Cortas
- Oficina de Inscripciones
- Unidad Administrativa

Cuando se inició el crecimiento poblacional en la UNAM se empezaron a generar problemas de carácter administrativo que no podían ser resueltos con procedimientos y planteamientos tradicionales.

Para 1970 existían graves problemas en las áreas más sensibles de la administración universitaria, tales como: Nómina, Contabilidad y Control Escolar, por lo que se inició un proceso de reestructuración del uso de la computación en la administración. En este mismo año se orientan los esfuerzos de las ciencias de la computación del Centro de Cálculo Electrónico a la solución de los problemas administrativos de la UNAM, integrándose una infraestructura de personal dedicado al estudio de aplicaciones relacionadas con la computación electrónica, derivándose de ahí proyectos de reestructuración del uso del cómputo en aplicaciones de tipo administrativo que motivaron la creación del Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, Sistemas y Servicios (CIMASS), del que ya se ha hablado en este mismo capítulo, el cual reunía, entre sus funciones básicas, la de investigación en la disciplinas ya mencionadas, la del procesamiento de datos para toda la Universidad y la de prestación de servicios de desarrollo e implantación de sistemas a las dependencias de la UNAM.

Ante la necesidad de crear nuevas unidades de trabajo, motivadas por el continuo crecimiento de la Universidad, en 1969 se hicieron modificaciones en la organización, agrupándose las principales funciones de la Dirección General de Servicios Escolares de la siguiente forma:

- Vigilar el cumplimiento de los estatutos, reglamentos, acuerdos y procedimientos, relacionados con los trámites escolares de los alumnos en las diferentes Escuelas y Facultades.
- Integrar y mantener actualizado el archivo general del registro escolar de alumnos.

Capítulo 2 - Antecedentes

- Recibir, tramitar y registrar en los archivos la documentación proveniente de las Escuelas y Facultades relacionada con el Control Escolar.
- Coordinar con las Divisiones de Estudios Superiores de las Escuelas y Facultades, la determinación de criterios de admisión y de control escolar a los estudiantes.
- Registrar y controlar los planes y programas de estudio presentados por el Consejo Universitario, así como asignar claves a las materias de nueva creación.

Para el cumplimiento de dichas funciones, la Dirección General de Servicios Escolares se reestructuró de la siguiente manera:

- Consejo de la Administración Escolar
- Subdirección Ciclo Preparatoria
 - Departamento de Control Escolar
 - Oficinas de:
 - . Revisión de estudios
 - . Secciones escolares
- Subdirección Técnica
 - Departamento de:
 - . Control de Información
 - . Inscripciones
 - . Registro
 - . Exámenes profesionales y de grado
 - Oficinas de:
 - . Registro y planes de estudio
 - . Control de programas
 - . Revisiones
 - . Registro de inscripciones
 - . Exámenes
 - . Reinscripción y cambios
 - . Exámenes profesionales
 - . Expedición de títulos
- Subdirección de Estudios Superiores
 - Oficinas de:
 - . Admisión
 - . Control Escolar

Más tarde, ante el constante crecimiento de la población estudiantil en la UNAM, se hizo necesaria una reforma en los Sistemas de Administración Escolar, con la finalidad de hacer eficientes y expeditos los trámites de los alumnos.

Para entonces ya existía una infraestructura de investigadores y equipo de cómputo en el CIMASS, capaz de desarrollar e implantar sistemas automatizados de avanzada tecnología para su tiempo.

Es así como recae en el CIMASS la tarea de diseñar e implantar un Sistema Automatizado para el Registro y Control Escolar en la UNAM (SARCE), el cual fue terminado en 1972, iniciando su implementación durante 1971, y del que hablaré en detalle en el Capítulo 3, Situación Actual, por ser un sistema que continúa operando hasta nuestros días.

El SARCE fue desarrollado para funcionar en el equipo IBM 360/40. Fue escrito en lenguaje COBOL.

Durante la implantación de este sistema, y en función de la problemática existente en el Registro y Control Escolar, fue necesario adecuar, una vez más, la estructura administrativa de la Dirección General de Servicios Escolares, de manera tal que quedara ligada al sistema automatizado. Para ello, por acuerdo del Rector, la Dirección General de Servicios Escolares se transforma a partir del 10 de diciembre de 1971 en Coordinación de la Administración Escolar.

La Coordinación de la Administración Escolar (CAE) estaba conformada por cinco unidades de trabajo:

- Unidad Técnica
- Unidad de Actualización de Registro
- Unidad de Registro Escolar
- Unidad de Recepción y Expedición de Documentos
- Unidad de Registro de Planes de Estudio
- Unidad de Estudios Superiores

Las funciones de la Coordinación eran:

Capítulo 2 - Antecedentes

- Coordinar las actividades propias de la Administración Escolar, de acuerdo con las instrucciones del Secretario General.
- Coordinar las actividades relacionadas con el ingreso a la UNAM realizadas por el Departamento de Selección y Admisión de Alumnos, la Unidad Técnica de la Coordinación Escolar y la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios.

La Unidad Técnica tenía a su cargo:

- Enlazar y controlar los programas y las actividades de todas la Unidades de Servicio Escolar.
- Coordinar las actividades de inscripción, reinscripción y exámenes de las Escuelas y Facultades con todas las dependencias involucradas en ellas.
- Organizar reuniones periódicas con la Secretaría de Asuntos Escolares de las Escuelas y Facultades para proponer y optimizar los procedimientos de los diversos trámites.
- Aprobar los anteproyectos de presupuesto de cada una de las unidades y elaborar con ellos el presupuesto global de operación de la CAE.

La Unidad de Actualización de Registros, por su parte, se encargaba de:

- Actualizar las historias académicas de los alumnos en coordinación con la Unidad de Registro Escolar.

Esta última, además, desempeñaba las siguientes funciones:

- Recibir información y procesarla de acuerdo con los lineamientos establecidos por el sistema automatizado.
- Diseñar y mantener sistemas para el control de la información.

Por su parte, la Unidad de Recepción y Expedición de Documentos tenía a su cargo las funciones que a continuación se señalan:

- Recibir solicitudes de constancias y certificados de estudios.
- Recibir documentos de inscripción y reinscripción.

- Recibir la documentación relativa a los grupos de los alumnos, los exámenes presentados y los resultados de los mismos.
- Recibir y tramitar solicitudes de exámenes profesionales y de grado.

La Unidad de Registro de Planes de Estudio se hacía cargo de:

- Apoyar técnicamente a las Escuelas y Facultades en la traducción de sus planes de estudio.
- Otorgar claves a las asignaturas de nueva creación.
- Integrar y mantener actualizado el archivo de planes de estudio.

Y, finalmente, la Unidad de Estudios Superiores se encargaba de:

- Determinar, de acuerdo con las Divisiones de Estudios Superiores, los criterios de admisión y control escolar de los alumnos.
- Coordinar y vigilar las inscripciones y reinscripciones correspondientes.

Es bajo esta estructura organizacional que el Sistema Automatizado de Control y Registro Escolar (SARCE) comienza a operar, registrando en sus archivos a los alumnos de las Escuelas Profesionales y de la Escuela Nacional Preparatoria.

Desde este momento, y como producto mismo de la implantación y operación del sistema, éste sufre algunas modificaciones, con el objeto de optimizar su funcionamiento, incluyendo éstas adiciones de programas y procedimientos que se fueron requiriendo.

Para 1973, las funciones de investigación y de servicios de cómputo para las áreas administrativas ubicadas en el CIMASS había alcanzado dimensiones tales, que se planteó ante las autoridades universitarias la necesidad de dividirlo en un Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas Computacionales y otro dedicado a la prestación de los servicios de cómputo, tanto para la administración de la UNAM (Control Escolar, Nómina, Contabilidad, Presupuesto), como para la docencia e investigación, creándose así el CIMAS-Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas y Sistemas y el CSC-Centro de Servicios de Cómputo.

Capítulo 2 - Antecedentes

Para ese entonces, el CSC contaba con dos computadores:

- Un IBM 360/40, dedicado a las aplicaciones administrativas
- Un Burroughs B-6700, dedicado a la docencia y a la investigación

Esta situación se modificó posteriormente al cambiar el computador IBM 360/40 por un Burroughs B-6700, con objeto de lograr mayor rapidez en los procesos de cómputo, así como la compatibilidad en ambos sistemas, de manera tal que se pudiesen comunicar más fácilmente y que el desarrollo de sistemas en la UNAM se hiciese apoyado en la misma tecnología. Este nuevo computador Burroughs fue instalado fuera de Ciudad Universitaria por razones de seguridad, dada la importancia y riqueza de la información manejada para la administración universitaria.

El cambio de equipo motivó que el Sistema de Control y Registro Escolar, diseñado para operar en el IBM 360/40, se adaptase al Burroughs B-6700.

Para fines del año de 1975, el crecimiento que habían tenido las aplicaciones administrativas mecanizadas a cargo del CSC, hicieron que no fueran fácilmente controlables por el Centro y, en coordinación con la CAE en 1976, se optó por desconcentrar la responsabilidad del procesamiento de información, transfiriéndola a las respectivas dependencias encargadas de los trámites administrativos; así, Nómina pasó a depender de la Dirección General de Personal, Contabilidad pasó a manos de la Dirección General de Presupuesto por Programa y los Sistemas de Control de Alumnos y de Primer Ingreso pasaron a depender de la Coordinación de la Administración Escolar, creándose para ello la Subdirección Técnica. Con ello se terminó con triangulaciones innecesarias que hacían menos expedito el manejo de la información.

Para que el SARCE llegara a este punto, fueron necesarios de dos a tres años de operación y optimización, hasta lograr tener un sistema confiable capaz de ser operado por personal con preparación administrativa ajena a la computación.

Tal desconcentración consistió, básicamente, en ubicar la responsabilidad de alimentar al computador con los datos requeridos por los programas en el usuario, en este caso el CAE, permitiéndole el acceso a los dispositivos que existían y aún existen para tal efecto en el CSC.

El CSC, a partir de este momento, era responsable de proporcionar el tiempo de máquina necesario para el procesamiento de la información, así como la asesoría correspondiente, garantizando el buen funcionamiento de los equipos.

En 1976, y dado que se realizó la incorporación de nuevas aplicaciones administrativas, se amplió la capacidad de cómputo en el CSC, para garantizar el nivel de servicio que se venía prestando.

En 1977, la Coordinación de la Administración Escolar, replantea su estructura administrativa con objeto de optimizar la operación del SARCE, de la siguiente manera:

- La Unidad de Recepción y Expedición de Documentos pasa a supervisar los trabajos del Departamento de Revisiones y Exámenes Profesionales y de Grado, de la Oficina de Títulos, de la Oficina de Certificados, de la Oficina de Revisión de Documentos Escolares, de la Oficina de Control de Informes y de las Secciones Escolares.
- La Subdirección Técnica comienza a coordinar al Departamento de Control y Registro Escolar, al de Primer Ingreso, a la Unidad de Registro de Planes de Estudio y a la Unidad de Recepción y Expedición de Documentos para la Escuela Nacional Preparatoria.
- La Unidad de Estudios Superiores deja de pertenecer al CAE, integrándose a la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Estudios Superiores.

Desde que el SARCE fue creado, ha desempeñado un papel vital en el Registro y Control Escolar de los alumnos inscritos en la UNAM. Se constituyó en el apoyo cotidiano a las labores académico-administrativas en desarrollo en todas las escuelas y facultades de la UNAM, a nivel técnico, bachillerato y licenciatura.

Capítulo 2 - Antecedentes

Para 1978 y 1979, ya se tenía registrada en el sistema la información correspondiente a alumnos inscritos en la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades, las Escuelas Profesionales y Facultades de la UNAM, y se habían realizado inscripciones de primer ingreso.

Actualmente, y como veremos en el Capítulo 3, el SARCE continúa a cargo de la Coordinación de Administración Escolar, que desde 1985 es la Dirección General de Administración Escolar, cuyas funciones, en esencia, no han cambiado.

CAPITULO 3

SITUACION ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE ADMINISTRACION ESCOLAR

En este capítulo veremos el panorama actual tanto organizacional, como de plataforma instalada de hardware y sistemas, para la administración escolar en la UNAM.

3.1 Estructura organizacional para los sistemas de administración escolar.

Con el objeto de ubicar claramente las responsabilidades de operación de los sistemas de administración escolar de la UNAM en la organización de ésta, presento ahora a los organismos directamente responsables de la operación y funcionamiento de la administración escolar en la UNAM:

- **Secretaría de Servicios Académicos.**

Quien tiene a su cargo vigilar la observancia y regulación de las normas y políticas relacionadas con la academia universitaria. De ella dependen DGAE, DGIRE y DGSCA.

- **Dirección General de Administración Escolar.**

Tiene a su cargo la coordinación de la operación del sistema de registro y control escolar dentro de la Universidad y es, en particular, la principal responsable de que todos los trámites escolares se realicen de acuerdo con los calendarios estipulados por las áreas operativas involucradas y de que la información fluya de acuerdo con los procedimientos establecidos para su procesamiento electrónico.

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

Asimismo, es responsable de registrar los planes de estudio de las diferentes escuelas y facultades, de elaborar exámenes de primer ingreso, de realizar certificación de conocimientos y estudios, etc.

- Escuelas y facultades de la UNAM.

Son las responsables de generar y recopilar la información requerida por el sistema de registro y control escolar, a través de la tramitación directa de la documentación requerida con los alumnos, profesores y autoridades universitarias.

- Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios.

Es la encargada de llevar el control y registro escolar de los alumnos pertenecientes al sistema incorporado de la UNAM.

- Dirección General de Servicios de Cómputo Académico - Dirección de Cómputo para la Administración Académica

Es la responsable de proporcionar el tiempo de computador necesario para procesar la información del sistema, así como los servicios de lectura óptica, captura digital, asesoría en el uso de software de desarrollo, teleproceso, y, en general, todos los servicios relacionados con el computador.

3.1.1 Dirección General de Administración Escolar.

El crecimiento estudiantil de la Universidad ha propiciado la necesidad de llevar un registro y control riguroso de la población estudiantil. Esta función se lleva a cabo en dos dependencias administrativas: por un lado, la Coordinación General de Estudios de Posgrado atiende a los estudiantes de posgrado; por el otro, la

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

DGAE es la encargada del registro y control escolar de los alumnos de bachillerato, del nivel técnico y de licenciatura de la Universidad, desde su selección e ingreso hasta la conclusión de sus estudios profesionales, incluyendo las inscripciones, reinscripciones, exámenes extraordinarios, expedición de constancias, certificados, diplomas, títulos profesionales y títulos de grado⁴.

La Dirección también participa en la investigación, diseño y producción de instrumentos para diagnóstico de aptitud y rendimiento para la selección de alumnos, y controla el registro de los planes y programas de estudio aprobados por el Consejo Universitario.

Para realizar su función, DGAE se encuentra estructurada orgánicamente en las siguientes áreas:

- Dirección General
- Subdirección de Certificación y Normatividad
- Subdirección de Sistemas de Registro Escolar
- Subdirección de Diseño y Desarrollo de Nuevos Proyectos
- Coordinación de Control Documental
- Unidad Administrativa

A continuación se mencionan las funciones de cada una:

La Subdirección de Certificación y Normatividad es la responsable de dirigir, supervisar y coordinar la certificación de los estudios en la Institución, así como de dirigir, supervisar y registrar los planes y programas de estudios aprobados por el H. Consejo Universitario, publicarlos y Certificarlos.

La Subdirección de Sistemas de Registro Escolar es la responsable de dirigir, supervisar y coordinar el Registro y Control Escolar de los alumnos de la Institución.

⁴Autores varios, *Guía de la Universidad Nacional Autónoma de México*, México, enero de 1991.

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

La Subdirección de Diseño y Desarrollo de Nuevos Proyectos es la responsable de dirigir, supervisar y coordinar el evento del Primer Ingreso de Alumnos a la Institución y diseñar y desarrollar nuevos sistemas de cómputo, relativos a la Administración Escolar, que se requieran.

La Coordinación de Control Documental es la encargada de la verificación y expedición de certificados de estudios, títulos, grados y diplomas de los alumnos de la Institución.

3.2 Plataforma de hardware

Para atender a las dependencias usuarias que mantienen sistemas de administración escolar, la Dirección de Cómputo para la Administración Académica (DCAA) pone a disposición de sus usuarios equipo Unisys de la Serie A, cuya configuración se describe en los puntos 3.2.1 y 3.2.2.

Se da servicio a más de 50 dependencias de la UNAM, como se muestra en la siguiente relación:

DEPENDENCIA

CCH Naucalpan
CCH Sur
Centro de Ciencias de la Atmósfera
Centro de Estudios en Lenguas Extranjeras
Centro de Investigaciones y Servicios Educativos
Coordinación del CCH
Coordinación General de Estudios de Posgrado
Centro Universitario de Investigación, Exámenes y Cert. de Conocimientos
Dirección de Cómputo para la Administración Académica
Dirección General de Administración Escolar:
Control y Registro Escolar
Primer Ingreso
Dirección General de Asuntos del Personal Académico
Dirección General de Bibliotecas
Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios
Dirección General de Intercambio Académico
Dirección General de Orientación Vocacional

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

DEPENDENCIA

Dirección General de Planeación, Evaluación y Proyectos Académicos
(ahora Dirección General de Estadística y Sistemas de Información
Institucionales)
Dirección General de Protección a la Comunidad
Dirección General de Servicios de Cómputo Académico
Dirección General de Servicios Médicos
División de Estudios de Posgrado de Facultad de Ingeniería
ENEP Acatlán
ENEP Aragón
ENEP Iztacala
Escuela Nacional de Trabajo Social
Escuela Nacional Preparatoria Plantel 7
Escuela Nacional Preparatoria Plantel 8
Facultad de Arquitectura
Facultad de Ciencias
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
Facultad de Contaduría y Administración
Facultad de Derecho
Facultad de Economía
Facultad de Filosofía y Letras
Facultad de Ingeniería
Facultad de Medicina
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Facultad de Odontología
Facultad de Psicología
Facultad de Química
FES Zaragoza
Instituto de Astronomía
Instituto de Biología
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Instituto de Física
Instituto de Geofísica
Instituto de Ingeniería
Instituto de Investigaciones Antropológicas
Instituto de Investigaciones de Materiales
Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas
Instituto de Investigaciones Filológicas
Instituto de Investigaciones Sociales
Instituto de Matemáticas
Instituto de Química
Programa Universitario de Energía
Uniays

TOTAL DE DEPENDENCIAS USUARIAS:

55

Los usuarios disponen del equipo prácticamente las 24 horas de los 365 días del año, pues sólo se apaga cuando se da mantenimiento a la sala de cómputo, a los equipos de aire acondicionado o al no-break. En la tabla siguiente se muestra la disponibilidad del equipo, y algunas cifras sobre el uso del mismo:

1992	A-12
Disponibilidad (horas)	8,698
Uso del procesador (horas)	480
Tiempo de I/O (horas)	3,656
Líneas impresas	213,451,424
Tareas procesadas	433,148
Porcentajes (Uso/Disponibilidad)	
Procesador	5.5 %
I/O	42 %

Fuente: Informe de Actividades 1992 del
Departamento de Servicios de Cómputo de la DGSCA

Como podemos observar, el uso del procesador es realmente bajo en relación con la disponibilidad que se tiene del equipo; en cambio, la relación tiempo de entrada/salida con disponibilidad es muy alta, es decir, gran parte del uso que se le da al equipo es para hacer operaciones de lectura/escritura en disco.

Un aspecto muy importante del servicio que se proporciona con los equipos Unisys es el relacionado con la impresión de formas especiales, alrededor de 70 de ellas, entre las que destacan:

- Primer ingreso
- Historias académicas
- Credenciales
- Actas de exámenes
- Comprobantes de inscripción (antes registro de asignaturas)
- Directorios de alumnos
- Listas de asistencia
- Certificados

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

Desde 1992 se asesora a los usuarios en la creación de formas para impresión en equipo láser, principalmente a DGAE, Facultad de Medicina, Facultad de Odontología, Dirección General de Planeación, DGSCA, Facultad de Filosofía y DGIRE, llegando a realizar hasta 40 formas especiales, entre las que destacó la impresión de 40 mil cartas de aceptados a los niveles de bachillerato y licenciatura de primer ingreso que por vez primera se imprimieron en láser, disminuyendo tiempos de entrega y mejorando la calidad de impresión.⁵

Además, se encuentran a disposición de los usuarios los siguientes servicios:

- **Captura digital**

Actualmente el único usuario regular de este servicio es la Subdirección de Sistemas de Registro Escolar de DGAE. Se capturan anualmente alrededor de 450,000 registros⁶, relacionados con:

- Altas de grupo-profesor
- Inscripciones o rectificación de éstas
- Números de cuenta para diversos procesos

entre otros.

Asimismo, cada año, la entidad responsable del Primer Ingreso solicita la captura de los datos de los alumnos que, al llenar su forma de pase automático, indican que existe algún error en sus datos, ya sea en el nombre o en su domicilio, por lo que las formas así señaladas son capturadas digitalmente.

⁵López Chávez Octavio, *Informe de Actividades 1992 del Departamento de Servicios de Cómputo de la DCAA, DGSCA*, diciembre de 1992.

⁶Peñalosa Báez Marcela Juliana, *Informe de Actividades 1992 del Departamento de Sistemas de la DCAA, DGSCA*, diciembre de 1992.

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

Para proporcionar este servicio, se cuenta con dos computadoras Unisys B-25 con 8 terminales conectadas a ellas.

En los últimos años se ha observado una tendencia a disminuir el uso de este servicio. Hace seis años, se tenían como usuarios, además de la DGAE (entonces Coordinación de la Administración Escolar), a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, a DGIRE, al Instituto de Investigaciones Antropológicas, a la Coordinación General de Estudios de Posgrado, al Instituto de Geografía, a la Dirección General de Intercambio Académico, al CELE, a la Facultad de Ciencias, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, al Centro de Investigación y Servicios Educativos, al Instituto de Investigaciones Sociales, a la Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria, y a la propia DGSCA, entre otras.

Hoy día, como ya se mencionó, el único usuario es DGAE, y aún su propia carga de trabajo tiende a disminuir, pues la mayoría de las Escuelas y Facultades han adoptado mecanismos de captura para enviar su información en diskette a la administración escolar, evitando así la codificación de la información en formatos para captura digital.

- Captura óptica

La DCAA cuenta con tres lectores de marcas ópticas:

- Un OpScan 2020 de la marca National Computer Systems (NCS), con cinco años de uso y velocidad de 2,500 hojas por hora.
- Dos OpScan 10/55/SY, también de NCS, con dos años de uso, uno con cabeza lectora para marcas hechas a tinta y/o a lápiz y otro con cabeza para lectura de marcas hechas solamente a lápiz; ambos leen a una velocidad de 5,500 hojas por hora.

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

Se tienen más de 21 dependencias usuarias con más de 35 aplicaciones distintas; entre los usuarios de este servicio destacan la Dirección General de Administración Escolar, la Dirección General de Servicios Médicos, la Dirección General de Planeación, Evaluación y Proyectos Académicos, la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios, y Facultad de Medicina, entre otras.

Anualmente se leen más de 1,500,000 hojas⁷.

- Elaboración de microfichas

Anualmente se microfilman alrededor de 6,000 originales y 40,000 duplicados⁸.

Los usuarios de este servicio son:

- Nómina (Cheques)
- Patronato Universitario (Bienes)
- Tiendas UNAM (Inventarios)
- Dirección General de Administración Escolar (Historias académicas)

3.2.1 Equipo A-12

Este equipo se encuentra instalado en la DCAA, en el Circuito Interior de Ciudad Universitaria.

Sus componentes son:

⁷ ídem.

⁸ ídem.

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

MODULO CENTRAL

1 procesador de 420 RPM (IBM 370/158-3=45 RPM)
24 MB de memoria RAM

SISTEMA DE ENTRADA/SALIDA

SUBSISTEMA DE DISCOS CON:

Capacidad total: 8.2 GB divididos en 26 discos:

2 discos 659S con tiempo de acceso de 18 ms. y velocidad de transferencia de .874 MB/s, que representan .95 GB aproximadamente.

4 discos 659I con tiempo de acceso de 18 ms. y velocidad de transferencia de .488 MB/s, que representan 2.2 GB aproximadamente.

4 discos 207I con tiempo de acceso de 34 ms. y velocidad de transferencia de .496 MB/s, representan 1.2 GB aproximadamente.

16 discos MDS con tiempo de acceso de 22 ms. y velocidad de transferencia de 2.4 MB/s, representan 4 GB aproximadamente.

SUBSISTEMA DE IMPRESION CON:

3 impresoras B-9246-24 de 2000 LPM cada una.

1 impresora láser a color Xerox modelo 4850 con capacidad de imprimir 50 páginas por minuto.

31 impresoras remotas

SUBSISTEMA DE CINTAS CON:

4 unidades de cinta de 9 tracks modelo B9495-32 1600/6250 con velocidad de transferencia de 75 IPS.

2 unidades de cinta FUJITSU 1600/6250 con velocidad de transferencia de 75 IPS.

SISTEMA DE COMUNICACIONES CON:

3 procesadores de comunicación (capacidad de hasta 250 terminales cada uno):

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

1 procesador de comunicaciones con 148 terminales en uso.

1 procesador de comunicaciones con 138 terminales en uso.

1 procesador con 56 terminales en uso que puede soportar la comunicación con 36 nodos TCP/IP.

3.2.2 Equipo A-12B

Este equipo se encontraba instalado en la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, en el Circuito Exterior de Ciudad Universitaria. En mayo de 1993 fue trasladado a la DCAA, con objeto de mejorar el servicio a los usuarios.

Sus componentes son:

MODULO CENTRAL

1 procesador de 190 RPH (IBM 370/158-3 =45 RPH)
24 MB de memoria RAM

SISTEMA DE ENTRADA/SALIDA

SUBSISTEMA DE DISCOS CON:

Capacidad total : 5.2 GB divididos en 8 discos M9710 con tiempo de acceso de 18 ms. y velocidad de transferencia de 4 MB/s.

SUBSISTEMA DE CINTAS CON:

4 unidades de cinta FUJITSU 1600/6250 con velocidad de transferencia de 75 IPS.

SISTEMA DE COMUNICACIONES CON:

2 procesadores de comunicación (capacidad de hasta 300 terminales cada uno):

1 procesador de comunicaciones con 117 terminales en uso.

1 procesador de comunicaciones que puede soportar la comunicación con 84 nodos TCP/IP.

Cabe resaltar que, anualmente, el mantenimiento a este equipo, junto con el del computador A-6 de DGIRE y de las terminales instaladas en diversas dependencias, alcanza los \$300,000 dólares, tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

MANTENIMIENTO A LOS MAINFRAMES UNISYS DE LA UNAM DEDICADOS A ADMINISTRACION ESCOLAR DURANTE 1992		
CONCEPTO	MONTO EN PESOS (1992)	MONTO APROXIMADO EN DOLARES (\$3000/USD)
A-12	574,764,192	191,588
A-12B	226,238,616	75,413
A-6	46,894,512	15,632
TERMINALES	73,462,653	24,488
TOTAL	921,359,973	307,120

Nota: El monto por equipo incluye el mantenimiento a periféricos.
Fuente: Documentos de la Dirección de Cómputo para la Administración Académica.

3.2.3 RedUNAM

A través de la red universitaria, un usuario puede acceder cualquiera de los equipos que estén conectados a ella. Esto viene a cambiar la forma típica en que un usuario accedía los recursos de cómputo de la Universidad: si el usuario requería utilizar los equipos A-12, necesitaba tener una terminal que estuviera conectada a estos equipos. Lo mismo sucedía si necesitaba emplear los servicios de BITNET: requería una terminal de la IBM 4381. Al tiempo que las interfases y los programas de emulación se fueron generando para computadoras personales, estos usuarios podían acceder ambos equipos desde una sola PC, siempre y cuando contaran con las tarjetas y el software adecuado.

Técnicamente hablando, estas incompatibilidades se deben a las distintas arquitecturas de red, que manejan estos equipos. IBM maneja sus conexiones utilizando SNA y los equipos Unisys utilizan BNA. Estos problemas se han podido resolver, si bien de manera incompleta, con las implementaciones de TCP/IP que se hicieron en cada equipo. Con este software es posible tener una sesión con cualquier equipo que tenga implementado TCP/IP y utilizar sus recursos de cómputo como si se tratase de una terminal más.

En paralelo con el desarrollo de estas interfases se ha incrementado el número de estaciones de trabajo en la Universidad. Estas estaciones de trabajo en conjunto con los poderosos equipos personales han cambiado las preferencias de los usuarios de equipos mainframes. Así, en la Universidad, sobre todo en el ámbito de investigación, los mainframes están siendo sustituidos por estaciones de trabajo y los complicados cálculos numéricos para los que los mainframes siguen siendo más robustos, se han canalizado hacia la supercomputadora.

De esta forma se ha logrado distribuir los trabajos dependiendo de sus características, sin que esto implique que el usuario tenga que ocupar otra terminal o desplazarse a otro lugar. Todo su trabajo lo puede realizar cómodamente desde su oficina o centro de investigación.

3.3 Sistemas.

Los sistemas para administración escolar que maneja la DGAE están programados fundamentalmente en lenguaje COBOL, aunque también, en menor grado, se utiliza el lenguaje ALGOL. Manejan archivos planos, es decir, no existe información organizada en bases de datos.

3.3.1 Primer Ingreso.⁹

La Dirección General de Administración Escolar -Subdirección de Diseño y Desarrollo de Nuevos Proyectos-, maneja el sistema de primer ingreso a bachillerato y licenciatura.

La UNAM, en virtud de la demanda que tiene para inscribir alumnos de primer ingreso en sus diferentes escuelas y facultades, solicita a los candidatos a ingresar a ella, la presentación de un examen de admisión, a partir del cual selecciona, de acuerdo con los criterios establecidos, a aquellos aspirantes que los cumplen para su registro en los ciclos escolares correspondientes.

Este procedimiento se inicia con la convocatoria para presentar examen de admisión de primer ingreso, que emite la Universidad a través de la prensa, principalmente, a la población estudiantil que demanda ingresar a sus escuelas y facultades.

Los alumnos que responden a dicha convocatoria son registrados y, posteriormente, se les aplica un examen de conocimientos, el cual es contestado en formas especiales, diseñadas para que la información sea transferida a medios magnéticos a través del proceso de lectura óptica de marcas.

Una vez que estos exámenes son captados por los lectores ópticos, la información es alimentada al computador, donde es validada y calificada para que, con base en los criterios preestablecidos, se seleccione a los alumnos que cumplen dichos requisitos y se les envía una carta en la que se les informa si han sido aceptados o rechazados.

⁹Ciría Merce José Ricardo, El Sistema Automatizado de Asignación de Alumnos de Primer Ingreso al Ciclo de Bachillerato de la UNAM, *Memorias de la Segunda Conferencia Internacional "Las Computadoras en Instituciones de Educación"*, diciembre de 1986, páginas 88-90.

En la medida en que los aspirantes manifiestan la escuela o facultad a la que desean ingresar, así como la carrera y turno, para el caso de las escuelas profesionales, la computadora los ubica dándole prioridad a los alumnos que tienen las calificaciones más altas en su examen de admisión, emitiéndoles una registro de asignaturas correspondiente al primer semestre que deberán cursar, su orden de pago y documentación complementaria para que pasen a completar su trámite de inscripción en la escuela o facultad asignada.

Para el caso de los aspirantes a ingresar al ciclo de bachillerato, desde 1984 se realiza la asignación de alumnos aceptados a los planteles de educación media superior de la UNAM (nueve de la ENP y cuatro del CCH), revisando las seis opciones que el alumno incluye en su solicitud de admisión, y comparándolas con la cercanía de los planteles solicitados, dando prioridad a aquellos que soliciten los planteles más cercanos, mientras que aquellos que soliciten planteles más retirados son considerados posteriormente, por lo que con mayor probabilidad no será posible asignarlos en alguna opción. Por lo tanto, como normalmente el proceso de asignación geográfica asigna en planteles relativamente lejanos, en términos generales estos alumnos serán los menos perjudicados, ya que mostraron estar dispuestos a viajar grandes distancias desde un principio.

Además de la asignación por opciones, se emplea la asignación por domicilio, en donde se asigna primero a los alumnos que vivan más cerca de algún plantel con mucho cupo y se deja al último a los alumnos cercanos a los planteles con menor cupo.

Al momento de ser aceptado un aspirante a cualquier escuela o facultad de la UNAM, se le asigna por computadora una clave que le servirá al alumno para llevar a cabo todos los trámites a lo largo de los estudios que va a cursar.

Dicha clave está compuesta, básicamente, por el año de ingreso, un número secuencial correspondiente al año de ingreso que es asignado por el sistema, y un dígito verificador calculado

también por el sistema, con el cual se evitan errores en los trámites y registro de calificaciones, en la transcripción de información a medios magnéticos, etc.

Aquellos alumnos que no completan su trámite de primer ingreso, acudiendo para ello, como ya mencioné, a su escuela o facultad, no quedan registrados en los archivos de alumnos inscritos en las escuelas o facultades de la UNAM.

La UNAM aplica exámenes de primer ingreso a estudiantes provenientes de escuelas secundarias públicas y privadas para su ingreso a la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) o al Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), así como a estudiantes de escuelas preparatorias no pertenecientes a alguna de las dos instituciones mencionadas, para su ingreso a la escuelas y facultades de nivel profesional. Se tiene un ingreso anual de aproximadamente 75,000 alumnos (participan en el concurso de selección cerca de 150,000 aspirantes).

Cuando un estudiante ingresa a la ENP o al CCH, y desea continuar sus estudios a nivel profesional en escuelas o facultades de la UNAM, su ingreso es automático, conservando para ello su clave de identificación, haciéndose la inscripción en forma automática tomando la información de los archivos del Sistema Automatizado de Registro y Control Escolar, que examinaremos en el punto 3.3.2, para su registro en los archivos de nivel profesional.

Una vez que el alumno queda inscrito en la UNAM, de acuerdo con los procedimientos descritos anteriormente, éste queda incorporado al sistema hasta que termina de cursar sus estudios y pasa a formar parte de los archivos históricos de la UNAM.

Los sistemas de primer ingreso, además de ser la herramienta que permite el registro de aspirantes, la aplicación del concurso de selección, la evaluación y selección de alumnos, los algoritmos de asignación y los trámites de inscripción, así como la promoción de ciclo de egresados de la Escuela Nacional Preparatoria y del Colegio de Ciencias y Humanidades, constituyen la herramienta que

ha permitido la definición de las políticas de población escolar, su aplicación y evaluación, proporcionando elementos de decisión a las tareas de planeación universitaria.

Los sistemas de Primer Ingreso están escritos en lenguaje ALGOL, sumando más de 30,000 líneas para el ingreso al ciclo de bachillerato y 18,000 líneas para el ingreso a nivel licenciatura.

3.3.2 Registro escolar.

La Subdirección de Sistemas de Registro Escolar de DGAE maneja el Sistema Automatizado para el Registro y Control Escolar (SARCE), que fue desarrollado por un grupo de trabajo del CIMASS a principios de la década de los setentas, para su funcionamiento en un equipo IBM 360/40 en lenguaje COBOL. Actualmente este sistema corre en los equipos Unisys descritos en el punto 3.2.

Hoy en día el SARCE juega un papel de vital importancia en el registro y control escolar de los alumnos inscritos en la UNAM, pues cuenta con la información de los ciclos de bachillerato (ENP y CCH), y con la de los ciclos profesionales (escuelas y facultades). Se manejan eventos¹⁰ como:

- Registro y control de la reinscripción de casi 300,000 estudiantes en cada período escolar.
- Registro de más de 4 millones de calificaciones anualmente, en archivos que contienen un volumen superior a los 40 millones de calificaciones.
- Emisión de documentos y reportes diversos que significan más de 200 millones de líneas impresas anualmente.

¹⁰Universidad Nacional Autónoma de México, Informe 1991, México 1992.

El SARCE se diseñó procurando adherirse a los siguientes lineamientos¹¹:

- Adaptabilidad a los procedimientos administrativos para el manejo de la información escolar, existentes en cada una de las escuelas y facultades de la UNAM.
- Control y registro de todas las operaciones relacionadas con la alimentación y explotación de la información guardada en el computador, de manera tal que ésta quede debidamente certificada, a través de estrictos criterios de validación y depuración de la información.
- Integración de archivos únicos de alumnos inscritos en la UNAM para los diferentes niveles de estudios (bachillerato, profesional), que permitan detectar inconsistencias en la inscripción y registro escolar marcados por los estatutos universitarios.
- Integración de las historias académicas de los alumnos inscritos en diferentes escuelas y facultades, así como de otros datos de interés para los alumnos y la administración escolar.
- Organización de la información bajo el concepto de bancos de datos que permitan la fácil consulta de la información asociada a cada alumno, en términos de su inscripción en el semestre, materias que cursa, calificaciones obtenidas en un semestre en particular, así como a lo largo de su carrera, materias que cursó en otra escuela o facultad, semestres en los que no se inscribió, etc.
- Integración de estadísticas de la administración escolar, en términos de alumnos inscritos por facultad, por carrera, por semestre, por materia, alumnos que terminaron sus estudios con respecto a los que los iniciaron, aprovechamiento de los mismos en base a sus calificaciones, etc.
- Emisión automatizada de la documentación que comprueben la inscripción de un alumno en su facultad, carrera, semestre, materia, así como el registro automatizado de sus calificaciones, emisión de certificados de estudios, lista de asistencia, y en general toda aquella documentación que, a través de su automatización, evitase trabajos rutinarios costosos y sujetos a error.

¹¹Carrasco Aceves Luis Rodolfo, *Análisis y Diseño de un Sistema Computarizado de Administración Escolar para la UNAM*, México 1988.

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

- Validación exhaustiva de la información antes de ser alimentada al computador, con el objeto de evitar errores en el registro de la misma, emitiendo para este efecto la documentación comprobatoria a las áreas generadoras, con el objeto de precisarles las causas de error para que éste pudiese ser corregido.
- Confiabilidad y simplicidad en el manejo de los archivos en el computador con el objeto de evitar pérdidas masivas de la información, mejor uso de los recursos de cómputo y procesamiento oportuno de la información.

Durante los estudios de un alumno, el SARCE permite que éste realice diversos trámites, entre otros:

- Reinscripción en el ciclo escolar correspondiente, trámite mediante el cual el alumno expresa su deseo de continuar sus estudios en el ciclo escolar que le corresponda, ya sea semestral o anual, dependiendo de la escuela o facultad a la que pertenezca.
- Cambio de carrera, trámite que le permite al estudiante elegir otra carrera distinta a la escogida inicialmente.
- Cambio de grupo, trámite que le permite al estudiante, una vez inscrito en una materia de un ciclo escolar en un grupo dado, cambiar éste.

Además, el SARCE emite, entre otros documentos, las actas de exámenes para su calificación y registro en los archivos del sistema, para la emisión de historiales académicos con las calificaciones obtenidas en las materias cursadas, así como certificados de estudios.

También genera estadísticas, reportes y listados, sobre aspectos de interés para los tomadores de decisiones, los cuales tienen que ser previamente programados.

En el apéndice A se describe ampliamente este sistema.

3.3.2.1 Desventajas del SARCE.

Fueron precisamente los lineamientos bajo los cuales se diseñó este sistema, los que lo han llevado a una situación de difícil mantenimiento y alto consumo de recursos.

Ya se mencionó que el sistema fue concebido para ser adaptable a los procedimientos, situación que se ha revertido, pues son ahora los procedimientos administrativos de las Oficinas de Control Escolar las que deben apegarse a las demandas del sistema.

Por otra parte, fueron tan complejos los mecanismos de validación para el control y registro de las operaciones relacionadas con la alimentación y explotación de la información guardada en el computador, que al paso de los años y del personal encargado del sistema, y por la falta de documentación, existen módulos del mismo que se han convertido en una especie de cajas negras.

Además, la integración de archivos únicos de alumnos inscritos en la UNAM para los diferentes niveles de estudios, con sus historias académicas y datos de interés, si bien ha permitido hasta cierto punto detectar inconsistencias en la inscripción y registro escolar, se encuentra organizada en archivos planos, y al tratar de satisfacer tanto las consultas planeadas como las no planeadas se ha generado duplicidad y redundancia en la información, con el consiguiente consumo de espacio en disco.

Este sistema fue diseñado, recordemos, para correr en un computador IBM, y, posteriormente, se le hicieron adaptaciones superficiales para que funcionara en equipo Burroughs (ahora Unisys).

Resaltemos también el hecho de que lleva ya más de 20 años en operación.

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

El sistema cuenta con mecanismos de búsqueda de información a través de dispersiones de número de cuenta, folio, materia y grupo; sin embargo, su mantenimiento es difícil por la complejidad de dichos mecanismos.

Asimismo, el sistema permite obtener una gran cantidad de reportes y documentos; sin embargo, no es posible obtener, de una manera fácil, reportes, estadísticas y/o documentos adicionales no planeados, que los usuarios finales -los tomadores de decisiones-, llegan a requerir.

A pesar de contar con mecanismos para la explotación de la información, entre los que se encuentran la producción de resúmenes de historias académicas, estudios históricos y por semestre de aprobación, reprobación y calificación alcanzada de todas y cada una de las materias que se imparten en la UNAM, que proporcionan algunos elementos de evaluación académica en la institución, es en estos aspectos en los que todavía se tiene un amplísimo panorama por explorar.

En cuanto a diseño, el SARCE centraliza todo su funcionamiento en un archivo llamado "celdas", lo cual genera las siguientes desventajas:

- a) Cualquier actualización o consulta depende del archivo de celdas.
- b) No permite procesos de actualización en paralelo.
- c) Prácticamente todos los procesos se encuentran integrados en el archivo de celdas, lo cual hace delicada y compleja su utilización.
- d) El archivo de celdas no maneja información de control que pudiese permitir religar las listas en caso de daño o falla en el archivo, lo cual ha representado problemas muy serios.

- e) Al centralizarse todos los apuntadores de las listas ligadas del sistema en el archivo de celdas se provoca que, por un lado, se deba tener presente este archivo en todo proceso, el cual es muy grande, y por otro lado, que se requiera de un gran número de accesos a disco, ya que el direccionamiento a la información es indirecta.
- f) Lo anterior genera que con el avance del período escolar se degrade el tiempo de respuesta, al tener que hacerse un mayor cantidad de accesos a diferentes bloques del archivo de celdas.
- g) Al final del período escolar es necesario extraer la información permanente del sistema (escuelas, alumnos, materias, actas e historias académicas) con el objeto de registrarlos nuevamente en archivos en blanco, para el siguiente período, lo cual implica un gran consumo de recursos de máquina.

Al no haberse diseñado el sistema para una computadora Burroughs, los archivos del mismo no contemplan los tamaños de registros ni de bloque adecuados, lo cual disminuye la eficiencia de ocupación del sistema.

El sistema, como ya se mencionó, no cuenta con "redundancia controlada", es decir, llaves de control en los diferentes registros de los archivos ligados, lo cual impide llevar a cabo la reconstrucción de las listas y dificulta la realización de una auditoría al sistema.

El sistema no contempla reutilización de registros, ni recolectores de "basura", lo cual genera un mayor requerimiento de espacio en disco y tiempo de máquina al tener que leer registros cancelados y preguntar por ellos, es decir, preguntar por su estado (que puede ser activo o dado de baja).

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

Algunos de los archivos del sistema contienen más de un tipo de información, lo cual implica que para utilizar parte de ella deba estar presente la demás; por consiguiente, se utiliza una mayor cantidad de recursos de cómputo y se requiere tener más cuidado al manejar la información.

Los archivos que contienen información diversa, a los cuales se hace referencia, son:

<u>ARCHIVO</u>	:	<u>CONTENIDO</u>
Bloque I	:	alumnos, profesores y dispersión de materias.
Bloque II	:	parámetros del sistema, materias y grupos.
Bloque IV	:	materias por escuela, alumnos por escuela, grupos por materia, profesores por escuela, inscripciones por grupo y, alumnos inscritos de otro plantel.

Los archivos de Celdas, Dispersión de Número de Cuenta, Dispersión de Materias y Grupos y, Dispersión de Folios de Actas, dependen considerablemente del volumen de información contenida en ellos para proporcionar un adecuado tiempo de respuesta, por lo cual para un volumen de información como el que ahora se maneja se tienen tiempos de respuesta muy lentos.

El sistema no contempla mecanismos de desahogo de la información, como es el caso de exalumnos, lo cual implica crecer en forma indefinida.

Los archivos del sistema no permiten flexibilidad en su dimensión, es decir que, o se debe contar con los archivos a su dimensión de final de período desde el inicio del mismo, o se debe estar cuidando el incrementarlos según las necesidades.

El sistema no contempla las actuales necesidades de manejo para los siguientes elementos:

- a) Carreras y planes de estudios, en donde se puedan manejar las variantes de los planes de estudios, así como las características particulares de las materias para las diferentes versiones de los mismos.

- b) Manejo y control de segundas carreras y carreras simultáneas, con el control de sus respectivas historias académicas.
- c) Control permanente de profesores en donde se pueda llevar un registro e historia de ellos.
- d) Adolece de carencia de información importante como es: sexo, nacionalidad, año de ingreso, plantel de procedencia, para el caso de alumnos; horas teóricas y prácticas para el caso de materias, etc.
- e) El sistema no cuenta con mecanismos de cuantificación, como es el caso de las historias académicas, en las que se requiere recorrer la información de cada alumno para obtener los resúmenes de historias académicas.

En cuanto a la programación del SARCE, fue orientada hacia la de un computador IBM, como ya mencioné. No siguió ninguna estandarización para la definición de nombres de registros, variables o párrafos, lo cual dificulta su comprensión y, por lo tanto, su mantenimiento.

La lógica de programación de los diferentes algoritmos no maneja ninguna técnica de programación estructurada ni presenta homogeneidad de un programa a otro.

Debido a lo anterior, la información no se encuentra registrada en los archivos con criterios homogéneos, principalmente la información permanente -como son las historias académicas-.

Debido a la falta de filtros adecuados para la actualización de la información es necesario filtrarla cada vez que es extraída para su uso, lo cual genera una gran utilización de recursos de cómputo.

3.3.2.3 Recursos de almacenamiento consumidos

El SARCE, en un semestre típico, consume espacio en disco como sigue:

- Un disco con capacidad de 767.73 MB, distribuida de la siguiente manera:

- 597.91 MB para archivos del sistema
 - 97.28 MB para archivos de paso
 - 72.54 MB para área de trabajo

En este disco se maneja la información histórica del sistema de registro escolar.

- Un disco con capacidad de 459.03 MB, distribuida de la siguiente manera:

- 341.32 MB para archivos del sistema
 - 52.15 MB para archivos de paso
 - 65.55 MB para área de trabajo

En este disco se maneja, propiamente, el registro escolar (las entradas al sistema).

- Un disco con capacidad de 689.04 MB, distribuida de la siguiente manera:

- 459.02 MB para archivos del sistema
 - 19.46 MB para archivos de paso
 - 42.19 MB para área de trabajo

En el que se manejan, básicamente, historias académicas de los alumnos.

Lo que nos da un total de 1.75 GB en disco.

Cabe aclarar que en los archivos de datos, la información se encuentra compactada.

- Adicionalmente, requieren 344 MB como mínimo para probar y liberar programas convertidos de COBOL 68 a COBOL 74, ya que en el siguiente release de sistema operativo de la Serie A (MCP 4.0), la versión COBOL 68 no será soportada, por lo que los programas del SARCE, que precisamente se encuentran escritos en COBOL 68, deberán ser recodificados al menos en COBOL 74.

3.3.3 Sistema Incorporado.

La Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios (DGIRE) maneja la información correspondiente a las escuelas incorporadas a la Universidad, para lo cual disponen de un computador A-6 de Unisys, sin por ello dejar de utilizar los periféricos del A-12 de la DCAA, tales como impresoras de impacto de alta velocidad y láser, unidades de cinta y discos magnéticos.

Debe entenderse como Sistema Incorporado, al conjunto de instituciones con estudios incorporados a la Universidad Nacional Autónoma de México, que realizan trabajo académico-administrativo a través de la DGIRE.

En la actualidad, el Sistema Incorporado está constituido por más de 350 instituciones con estudios incorporados, con una población activa por ciclo de más de 25,000 profesores y 150,000 alumnos, tanto de nivel bachillerato como profesional¹².

¹²Ruiz Doncel Facundo y co-autores, Sistema Incorporado a la UNAM, Memorias del II Seminario de Computación para la Administración Universitaria en América Latina, Unión de Universidades de América Latina, México 1990.

Capítulo 3 - Situación Actual de los Sistemas de Administración Escolar

La DGIRE tiene como funciones principales la incorporación de los estudios, el registro y autorizaciones de cátedra para los profesores, el registro y seguimiento escolar de los alumnos, así como la certificación y revalidación de los estudios. Para el cumplimiento de sus funciones, la DGIRE maneja un gran volumen de información.

La aplicación del cómputo en la DGIRE ya es de varios años, lo cual ha permitido adquirir una buena experiencia, principalmente en lo que corresponde a la administración escolar. Sin embargo, los requerimientos de cómputo aumentan cotidianamente, haciendo necesario el instrumentar nuevos mecanismos de aplicación, mejorando las técnicas de administración y distribución de la información.

En los últimos años se ha venido desarrollando un sistema de cómputo en la DGIRE, con el propósito de lograr una mayor eficiencia en el trabajo académico-administrativo, poniendo al alcance de los usuarios finales la información que se requiere y en el lugar que se demanda. En ese sentido se ha logrado, con el apoyo de la DGSCA, crear una infraestructura de recursos que permitió en un corto plazo soportar el procesamiento y las bases de datos con la información de todo el Sistema Incorporado.

3.4 Conclusión

Tomando como base el análisis de la situación actual, se puede concluir que la plataforma tanto de hardware como de software de aplicación con que cuenta la UNAM como soporte para la administración escolar se encuentra saturada en su capacidad de almacenamiento en disco, en gran parte debido a que los sistemas manejan información duplicada, pero también debido a que ha habido un incremento en el volumen de información manejada por las dependencias usuarias bajo los mismos esquemas tratados en este capítulo.

Asimismo, el costo del mantenimiento a hardware hace prácticamente insostenible el soportar los equipos de la Serie A de Unisys.

Si a ello aunamos el hecho de que en la siguiente versión del MCP (sistema operativo de la Serie A), el lenguaje en el que están escritos los programas del SARCE no será soportado, nos encontramos en un punto crítico donde el cambio es inminente.

Quizá una de las más grandes desventajas de los sistemas es la poca flexibilidad para obtener consultas y reportes no planeados. La información que manejan es muy variada e importante para la Universidad, por lo que se hace cada vez más necesario el contar con sistemas que permitan explotar esa información en toda su potencialidad.

Si se pretenden satisfacer los requerimientos actuales y proyectados, será necesario el análisis de una solución que permita subsanar las dificultades descritas.

CAPITULO 4

SISTEMAS DISTRIBUIDOS

A mediados del siglo veinte surge la computadora electrónica, grandes máquinas centrales que utilizan terminales tontas. En los años ochenta y con el éxito de las computadoras personales, es decir, con los equipos de escritorio (desktop), y la necesidad de compartir recursos, en conjunción con el avance de las comunicaciones, surgen las redes de computadoras.

Desde hace más de veinte años, la industria de la computación ha venido usando a los poderosos mainframes en los que los usuarios comparten tanto procesador como facilidades de almacenamiento de datos y periféricos.

El acceso a estos mainframes era estrictamente controlado por los departamentos de sistemas y el único medio para acceder los datos era a través de tarjetas perforadas o terminales primitivas. Además, las técnicas y metodologías utilizadas eran rígidas debido a la centralización de recursos y a la carencia de interfaces amigables al usuario.

En los últimos años se ha visto una evolución tanto en la recuperación de datos, como en las metodologías de análisis y en la amigabilidad de las interfaces con el usuario. Al aparecer las computadoras personales a principios de la década de los ochenta, y dadas las facilidades que ofrecen en cuanto a capacidades de proceso, almacenamiento de datos y software amigable, todo en equipos de escritorio, se dio un crecimiento fenomenal en la base instalada de estos equipos.

Simultáneamente los mainframes siguieron evolucionando, aunque no tan rápidamente y, si bien reduciendo costos en hardware y software, éstos no han llegado a ser tan bajos como para que algunas organizaciones puedan adquirirlos o al menos, mantenerlos.

Sin embargo, las computadoras personales por sí solas no son capaces de manejar las principales necesidades de procesamiento de datos en la mayoría de las organizaciones. Por ello, surgen, como una primera solución, las redes de área local (LAN - Local Area Network), que permiten, entre otras cosas, la conexión de computadoras personales con mainframes y minicomputadoras. Así, la computadora personal, entre otros, adoptó el papel de ser una "terminal" amigable, fungiendo como interfase entre el usuario y el mainframe.

A reserva de ahondar en ello en el punto 4.2, podemos decir que el proceso distribuido ocurre cuando el procesamiento de información se reparte entre las computadoras de la red.

Los servidores de redes locales, tanto de archivos como de impresoras, fueron evolucionando. Sin embargo, el compartir archivos o impresoras no significa que tengamos un sistema distribuido. Si bien es cierto que la gran base instalada de PCs y LANs, y el software asociado a ellas (procesadores de palabra, hojas de cálculo, manejadores de bases de datos) ha promovido que se realicen distintos tipos de procesos en estos equipos, esto sólo ha permitido compartir recursos y obtener soluciones a nivel departamental.

En este capítulo se discutirá brevemente la evolución de los sistemas de tiempo compartido hacia sistemas distribuidos y los modelos de implementación de estos sistemas, en particular del modelo cliente/servidor.

4.1 De los sistemas centralizados a los sistemas distribuidos.

En la actualidad, la mayoría de las aplicaciones a nivel corporativo son centralizadas ya sea en equipos mainframe o en redes locales. En los primeros, los usuarios interactúan con la aplicación que corre en el mainframe a través de terminales o

emuladores de terminal que corren en PCs, ambos ofreciendo las siguientes características¹³:

- Presentan al usuario una interfase propietaria.

Incluso, típicamente tanto las terminales como los emuladores de éstas presentan una interfase no gráfica.

- Normalmente, todas las entradas por teclado y la posición del cursor son transmitidas y controladas por el mainframe.

De esa manera, no se necesita procesamiento local fuera del necesario para transmitir las consultas o comandos del usuario. Sin embargo, este intercambio de pantallas origina un alto consumo de recursos.

- Las terminales son conectadas directamente al mainframe o a un controlador que a su vez es conectado al equipo central.

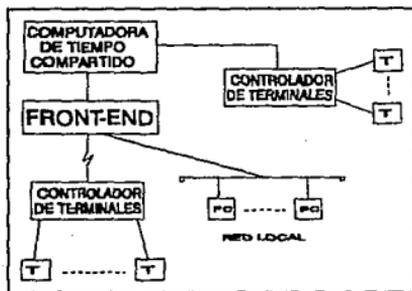
Esto puede variar para los emuladores de terminales en PCs, que pueden ser conectados a los mainframes a través de líneas seriales o de la misma red local a la que se encuentren enlazados.

- Normalmente, todos los resultados que remiten los mainframes se refieren a posiciones del cursor y caracteres o cadenas de caracteres que deben desplegarse en ciertas posiciones de la pantalla.

Todo tipo de cálculos, así como el control de la interfase con el usuario, es hecho por el mainframe. Esto origina cargas adicionales en los recursos como almacenamiento en disco y procesador, que por lo general son muy costosos, constituyéndose esta característica en una de las principales desventajas de los sistemas centralizados en mainframes.

¹³Sinha, Alok, Client-Server Computing, Communications of the ACM, julio de 1992, 77-98.

- Los sistemas centralizados en mainframes permiten un estricto control administrativo, así como amplias facilidades de administración del sistema y del desempeño del mismo.



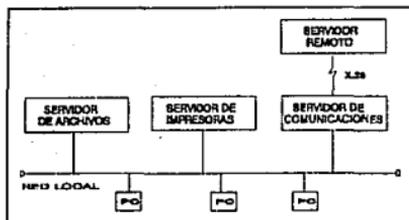
SISTEMAS CENTRALIZADOS EN MAINFRAMES

Por otro lado, en un ambiente centralizado en servidores locales (usualmente computadoras personales de alto desempeño) las computadoras personales comparten aplicaciones, y los datos residen en uno o más servidores.

Este ambiente ofrece flexibilidad al usuario individual, pero las herramientas para la administración y el control del sistema se encuentran en proceso de perfeccionamiento. Estos sistemas tienen las siguientes características:

- Normalmente, los servidores son utilizados para compartir impresoras, software de aplicación y datos (archivos).
- Cada aplicación presenta una interfase al usuario y tiene absoluto control sobre la misma, tanto en las entradas como en los resultados (salidas).

Estas interfaces se han hecho cada vez más amigables, al observarse en el mercado un explosivo crecimiento de la aplicaciones basadas en interfaces gráficas (GUIs).



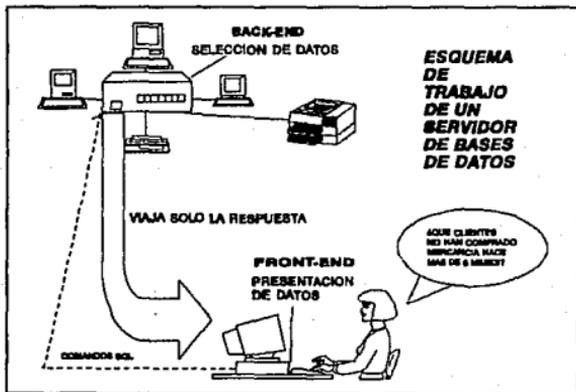
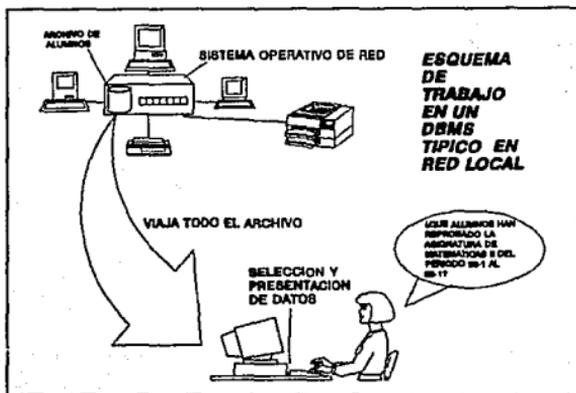
PCs CONECTADAS A SERVIDORES EN UN AMBIENTE DE RED LOCAL

Comúnmente, todos los comandos o consultas del usuario son procesadas en la misma computadora personal en la que son introducidos.

Por ello, se debe contar con la memoria RAM suficiente para correr aplicaciones sofisticadas. Esto va en contra de las necesidades de las organizaciones, que requieren instalar equipo de escritorio a bajo costo.

Además, las aplicaciones que interactúen con el servidor de archivos para acceder datos ocasionan un alto volumen de tráfico en la red ya que los archivos son transportados en su totalidad del servidor a la memoria local de la PC. Esta característica es muy común en los manejadores de bases de datos para redes locales y es la principal desventaja de los sistemas centralizados en servidores locales:

En las siguientes dos figuras se aprecia la diferencia en tráfico en la red entre un manejador de base de datos típico en LAN y un servidor de bases de datos:



4.2 Qué es un sistema distribuido.

Un sistema distribuido es aquel en el que varios elementos de procesamiento y varios dispositivos de almacenamiento, se encuentran conectados a través de una red. Esto hace a los sistemas distribuidos más poderosos que un sistema convencional; presentan mayor disponibilidad, ya que se repiten las funciones en varias locaciones, y se puede realizar más trabajo en el mismo tiempo¹⁴.

Pero estas características no conforman por sí solas a un sistema distribuido. Una computadora con varios procesadores y varios discos puede realizar las mismas funciones, sin ser un sistema distribuido. Por lo tanto, se necesita establecer un concepto más estricto. *Un sistema distribuido es aquel que al usuario se muestra como un sistema operativo centralizado, pero que en realidad se ejecuta en varios procesadores independientes distantes. Un sistema distribuido no debe tener puntos de falla, esto es, si una parte del sistema tiene errores, no debe hacer que todo el sistema deje de funcionar completamente*¹⁵.

En la práctica las características anteriores no son fáciles de satisfacer. Un sistema debe tener varias fuentes de alimentación, para evitar fallas por falta de suministro de flujo eléctrico; en caso de un siniestro, el equipo deberá estar distribuido geográficamente, etc. Incluso se han impuesto una serie de condiciones "aceptables" de un sistema distribuido. Podemos entonces decir que existen una serie de indicios de la presencia de un sistema distribuido¹⁶:

¹⁴ Mullender Sape y Birman K.P., *Distributed Systems*, Capítulo 1 - Introduction, ACM Press, Nueva York 1990.

¹⁵ idem.

¹⁶ idem.

· Múltiples elementos de procesamiento.

Cada nodo de procesamiento debe tener CPU y memoria propia.

· Interconexión de elementos.

Estas conexiones entre los elementos de procesamiento se tienen para efectos de sincronización y comunicación.

· Fallas independientes en los elementos del sistema.

El sistema debe diseñarse de forma que no pueda ocurrir que fallen todos los elementos al mismo tiempo.

· Pronta recuperación a fallas.

Para recuperarse de la fallas es necesario que los nodos mantengan un estado compartido, de lo contrario la falla de un nodo causaría la pérdida del estado de alguna parte del sistema.

Ventajas de los sistemas distribuidos

- Debido a los altos costos en los que se incurren en la comunicación de datos en forma masiva (gráficas, video, voz) y los costos cada vez más bajos de los CPUs, no conviene tener un sistema centralizado lo suficientemente poderoso como para igualar a una red de cómputo.
- Ofrecen facilidad de expansión.
- Dado que algunas funciones de un sistema distribuido se duplican, es más probable tener algún recurso disponible en cualquier momento.
- Ofrecen facilidad de escalamiento.

Idealmente los sistemas distribuidos no tienen un límite de crecimiento directo, como ocurre con los sistemas centralizados.

Impacto de los sistemas distribuidos en el recurso humano

Tradicionalmente los sistemas distribuidos se han visto como una forma de compartir recursos, de interconectarse y de minimizar la carga de trabajo en un sistema centralizado. Se debe pensar que en el futuro los sistemas distribuidos serán la solución idónea, donde la descentralización, la autonomía, la tolerancia a fallas y un comportamiento cooperativo sean críticos. Hasta ahora, este tipo de sistemas no han sido totalmente costeables, ya sea porque son difíciles de desarrollar o de implementar.

Sin embargo, los sistemas distribuidos en la actualidad son más fáciles de construir y administrar gracias a las mejoras y recientes avances en la tecnología. Se han ampliado las perspectivas de desarrollo para los sistemas distribuidos. Seguramente las organizaciones encontrarán en estos sistemas una serie de soluciones a sus necesidades en materia de cómputo.

El futuro estará dominado por los sistemas distribuidos. En los sistemas distribuidos el usuario no hace una distinción entre un sistema local y uno remoto. Los comandos no se ejecutan necesariamente en el sistema donde el comando se generó. Se comparten tanto los archivos como los periféricos, y los procesadores se asignan dinámicamente.

Como ya vimos, el proceso distribuido ocurre cuando el procesamiento de información se reparte entre las computadoras de una red. Un sistema distribuido contiene múltiples, y muy probablemente heterogéneos, servidores que ofrecen a los clientes:

- Transparencia en la localización física de la base de datos.
- Transparencia en la protección de la base de datos (creación de réplicas).
- Transparencia en la fragmentación de la base de datos en entidades separadas distribuidas en diferentes puntos del sistema.

Una variante del sistema distribuido es el proceso cooperativo, que ocurre cuando el procesamiento de información (la aplicación), corre en la plataforma óptima de hardware¹⁷.

En el siguiente cuadro se define lo que es una plataforma y los tipos que existen:

Una plataforma es un conjunto formado por:

- Hardware
- Software de sistemas (Sistema operativo)
- Software de subsistemas (Manejador de bases de datos)
- Software de aplicación
- Software - Utilerías

Existen diversos tipos de plataformas:

- Mainframes o minis enlazadas:
Funcionan como servidor gigante de archivos o servidor de bases de datos, manejan aplicaciones tanto batch como interactivas y la interfase con el usuario es de tipo caracter, además de que son equipos propietarios.
- Minis o workstations de alto desempeño:
Dan servicio a nivel departamental, pero a diferencia de las workstations, las minicomputadoras son equipos propietarios y también manejan aplicaciones tanto batch como interactivas.
- Workstations o PCs de alto desempeño:
Fundamentalmente manejan aplicaciones interactivas (en línea), pueden funcionar aisladas (standalone) o interconectadas en red.
- Microcomputadoras:
Existe una gran base instalada de ellas.

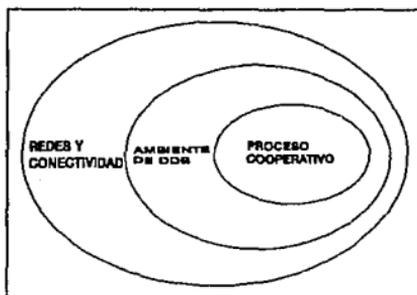
CONCEPTO DE PLATAFORMA Y TIPOS

Comparando la plataforma de PCs con la de estaciones de trabajo, estas últimas ofrecen, como ventajas sobre las microcomputadoras, mayor capacidad de almacenamiento en disco, mejor rendimiento, mejoras en las capacidades gráficas y en las

¹⁷ Atre, Shaku, *Distributed Databases, Cooperative Processing, & Networking*, McGraw-Hill, 1992.

facilidades para conectarse en red. Como ejemplos de workstations tenemos las fabricadas por Sun Microsystems, Hewlett Packard/Apollo, Silicon Graphics, Digital Equipment Corporation e IBM RS/6000.

Regresando al proceso cooperativo, es importante aclarar que para que éste pueda darse, es necesario que la organización se encuentre inmersa en un ambiente de bases de datos distribuidas, para lo cual, necesariamente, tuvo que haber hecho una fuerte inversión en redes y conectividad. En la siguiente ilustración se muestra este entorno¹⁸.



Para encontrarse en un ambiente de bases de datos distribuidas, es necesario, a su vez, contar con un manejador adecuado: un DDBMS, al que se definirá como una colección de sites de almacenamiento y procesamiento autónomos, a cierta distancia uno del otro, enlazados por una red.

Las principales características de un DDBMS son:

- Las actualizaciones en línea se realizan a través de una confirmación de dos fases (two phase commit).

¹⁸idem.

Esto es, cuando se requiere hacer una actualización a la base de datos, en una primera fase se avisa a todos los sites que se va a hacer la modificación, y se espera a que contesten; en la segunda fase, se lleva a cabo la actualización no importando si alguno de los sites quedó fuera de línea durante el proceso.

- Capacidades de recuperación contra fallas.
- Bloqueo de registros.
- Cuenta con un diccionario de datos global, integrado.
- Presenta una sola imagen al usuario: es decir, la localización física de los componentes de la base de datos es transparente al usuario.

Ahora bien, existen tres tipos de modelos para el proceso cooperativo:

- Peer-to-peer
- RPC: Remote Procedure Call
- Arquitectura Cliente/Servidor

A continuación se profundizará en este último.

4.3 Arquitectura Cliente/Servidor.¹⁹

En un sistema cliente/servidor, uno o más clientes y uno o más servidores, junto con el sistema operativo y los protocolos de comunicación, conforman el ambiente que permite y facilita el cómputo distribuido.

En una aplicación basada en esta arquitectura existen dos procesos independientes, en lugar de uno solo. De esta forma se puede repartir el trabajo a través de varias computadoras en una red. Estos dos procesos, cliente y servidor, se comunican mediante

¹⁹Basado en Sinha, Alok, *op. cit.*

un protocolo bien definido. Esta técnica modular permite la comunicación entre distintas computadoras (servidores de archivos, estaciones de trabajo con alta calidad de graficación, etc.), para que cada una de ellas se dedique a realizar el trabajo que hace mejor.

De manera introductoria, se puede decir que un servidor es un sistema o un programa en un sistema que provee de algún servicio a otros sistemas a través de una red. Un ejemplo típico es un servidor de archivos, que permite el acceso a información remota a cualquier usuario a través de la red. Un cliente es un sistema o un programa que requiere y recibe alguna acción de un servidor.

4.3.1 Definición.

La arquitectura cliente/servidor es una forma de cómputo en red en el que ciertas funciones solicitadas por clientes son servidas por los procesadores adecuados.

Bajo este esquema, se reparte el proceso de una aplicación entre un front-end (el cliente, que puede ser un PC o una estación de trabajo) y un back-end (servidor), cuyas funciones se distinguen como se muestra en el siguiente cuadro:

FRONT-END PROGRAMA DE APLICACION	BACK-END SERVIDOR DE BASES DE DATOS
- Diseño de formas	- Almacenamiento
- Presentación	- Seguridad
- Lógica de la aplicación	- Administración de datos
- Manejo de datos	- Selección de registros
- Consultas	- Reorganización de la BD
- Menús	- Indexaciones
- Utilerías	- Ordenamientos
	- Actualizaciones en lote

COMPARACION DE FUNCIONES: FRONT-END vs. BACK-END

Descripción funcional:

De manera general, para que se inicie la comunicación entre un cliente y un servidor es necesario establecer una sesión. Por lo tanto, el servidor debe estar esperando (o "escuchando") que algún cliente trate de establecer una sesión. Esto quiere decir que un cliente puede "hablar" pero si no es "escuchado" la comunicación va a fracasar. Es muy posible que, por algún momento el servidor también "hable" y que el cliente "escuche", pero esto sólo se hará cuando el servidor así se lo indique al cliente.

Un servidor también se reserva el derecho de establecer comunicación con uno o más clientes. Así, el servidor se encargará de atender a cada cliente y establecer los mecanismos que seguirá para la distribución de sus servicios. Un servidor define operaciones que son exportadas a los clientes. Los clientes invocan estas operaciones para que el servidor controle el manejo de datos.

Típicamente, una aplicación (cliente) comenzará una transacción (mediante una sesión), ejecutará una o varias operaciones en el servidor y terminará la transacción (terminando la sesión). Lógicamente, los servidores están estructurados como un ciclo infinito. El servidor simplemente recibe los requerimientos de los clientes para invocar operaciones en favor de esas transacciones. Para implantar las operaciones que exporta, el servidor puede requerir de otro servidor o puede manipular sus propios datos.

4.3.2 Características del cliente.

En un sistema cliente/servidor, un cliente es un proceso que interactúa con el usuario, observando las siguientes características:

a) Presenta la interfase al usuario (UI).

Esta interfase permite al usuario introducir sus consultas para recuperación y análisis de datos, así como recibir los resultados de dichas consultas, típicamente en un ambiente gráfico (GUI - Graphical User Interface).

Dado que un sistema cliente/servidor puede tener clientes múltiples, pueden existir múltiples interfases al usuario en un sistema, pero cada cliente tendrá una misma interfase.

Asimismo, un sistema cliente/servidor puede tener interfases adicionales para control y administración del sistema.

b) Forma una o más consultas o comandos en un lenguaje predefinido, para su presentación al servidor.

El cliente y el servidor pueden usar un lenguaje estándar, como el SQL (Structured Query Language), o un lenguaje propietario predefinido.

Un cliente puede usar técnicas de optimización para reducir las consultas al servidor, o ejecutar rutinas de control de acceso y seguridad. También puede revisar la integridad de la consulta o comando que introdujo el usuario. Esto dará como resultado, en ocasiones, que ni siquiera sea necesario enviar la consulta al servidor, si se detecta que el mismo cliente puede realizar el procesamiento solicitado por el usuario y satisfacer así su consulta.

c) Se comunica con el servidor por medio de un metodología de comunicación de procesos dada y transmite consultas o comandos al servidor.

Un cliente ideal hace que esta comunicación con el servidor sea transparente al usuario.

- d) Realiza análisis de datos sobre los resultados de la consulta o comando que regresan del servidor y lo presenta al usuario.

La naturaleza y el grado de análisis que se ejecuta en el cliente puede variar de un sistema a otro.

Las características (b) y (d) marcan la diferencia entre un cliente y las terminales tontas que se encuentran conectadas a un host, dado que los clientes, como ya vimos, deben poseer capacidades de procesamiento.

Por otra parte, la última característica no debe ser confundida con el tipo de procesamiento que se da en una red local, donde se toman del servidor de archivos todos los elementos necesarios para ser procesados localmente y responder al requerimiento del usuario.

Existen además elementos clave que deben ser considerados en relación con el cliente:

- Sistema operativo de la estación de trabajo.

Se deben diseñar sistemas cliente/servidor que soporten diversos sistemas operativos en las estaciones de trabajo, como son Windows o Unix.

- Consideraciones respecto al hardware.

El cliente debe ser tan pequeño como sea posible para que pueda ser soportado tanto por estaciones de trabajo tanto de alto como de bajo desempeño.

Esto, sin embargo, en ocasiones no será posible, sobre todo en aplicaciones avanzadas.

- **Consideraciones respecto a la conectividad.**

Estas influyen también en el diseño del software del cliente. Un diseño modular, empero, asegurará que las aplicaciones en los clientes sean portables a diversas plataformas tanto de software como de hardware.

- **Diseño orientado a objetos.**

En un sistema cliente/servidor, las técnicas de diseño orientado a objetos pueden ser empleadas para superar las dos consideraciones mencionadas anteriormente y así hacer que las aplicaciones sean portables a otros sistemas operativos o LANs.

- **GUI.**

La interfase al usuario es definida, principalmente, por el objetivo del sistema cliente/servidor y por el sistema operativo de la estación de trabajo. En general, una interfase al usuario debe ser lo más modular posible para que el cliente pueda pasar de un sistema operativo a otro.

- **División de responsabilidades.**

Serán las necesidades del usuario y los objetivos de la organización quienes decidan qué procesos se hacen en el cliente y qué procesos se hacen en el servidor; si el servidor será utilizado simplemente como servidor de archivos con lo que el cliente haría todo el procesamiento; si se hará obtención inteligente de información (servidor de bases de datos), en cuyo caso el cliente hará principalmente procesos de análisis y presentación de la información, etc.

4.3.3 Características del Servidor.

En un sistema cliente/servidor, un servidor es un proceso o conjunto de procesos que deben existir en un equipo que da servicio a uno o más clientes. Tiene las siguientes características:

I. Un servidor da servicio al cliente.

La naturaleza y el grado de este servicio es definido por el objetivo del sistema cliente/servidor.

Asimismo, un servicio puede requerir un mínimo de computación en el servidor, como es el caso de los servidores de archivos o de los servidores de impresión, o necesitar de procesamiento intensivo, como se da en los servidores de bases de datos o en los servidores de imágenes.

II. Un servidor solamente responde a las consultas o comandos de los clientes.

Esto es, ningún servidor inicia la conversación con un cliente, tampoco atiende directamente interfases con el usuario final. Simplemente actúa como repositorio de datos (servidor de archivos), o de conocimiento (servidor de bases de datos) o como un prestador de servicios (de impresión).

Sin embargo, un servidor sí puede iniciar la conversación con otro servidor, solicitándole un servicio que a su vez le permitirá atender el requerimiento de un cliente. Esto, por supuesto, debe ser transparente al usuario.

III. Un servidor ideal hace transparente todo el esquema cliente/servidor al cliente y al usuario.

Un cliente que se comunica con un servidor no tiene porqué estar enterado de la plataforma de hardware y software que intenta acceder, así como de la tecnología de comunicación (hardware y software) que hace posible ese enlace.

Para ello, es deseable y recomendable que en un ambiente de servidores múltiples, los servidores se comuniquen entre sí para proporcionar un servicio al cliente sin que éste conozca de esta múltiple existencia, ni de la comunicación entre servidores.

Así, una arquitectura cliente/servidor divide a la aplicación en procesos separados que corren en distintas máquinas enlazadas por una red. Es por ello que el diseñador de aplicaciones divide las tareas en subtareas a ser llevadas a cabo ya sea por el cliente o por el o los servidores, teniendo como únicas limitantes las facilidades que le ofrezca el sistema operativo de red, así como las reglas de la organización. Entre más avanzado sea un sistema operativo de red, las aplicaciones serán más pequeñas y fáciles de desarrollar en menos tiempo.

Además, el hecho de que en el servidor resida la información de la organización permite incrementar la seguridad, pues se establecen mejores controles de acceso a la misma.

Existen además elementos clave que deben ser considerados en relación con el servidor:

- **Escalabilidad.**

Un servidor debe ser escalable, es decir, debe soportar números crecientes de clientes. Por ejemplo, en el caso de los servidores de bases de datos, el diseño debe permitir el crecimiento a un sistema de bases de datos distribuidas.

- **Interfase con el servidor.**

Es importante que las características del servidor (tanto en software como en hardware), sean transparentes a los clientes, excepto en lo que se refiere a la interfase estándar de acceso a sus servicios, como puede ser SQL, lo que además protege a los clientes de cambios en la tecnología.

- **Comunicación con el mainframe.**

Las grandes corporaciones tienen datos estratégicos en mainframes, a los que el cliente quiere acceder desde su desktop. Los mainframes tienen sistemas confiables para almacenar esos datos.

- **Espacio en disco.**

Cuando se bajan aplicaciones del mainframe, especialmente en lo que se refiere a bases de datos, se comienzan a advertir limitaciones en el espacio en disco.

- **Controles de acceso y seguridad.**

Esto ha sido uno de los puntos débiles de los servidores basados en PCs en oposición a los mainframes. La mayoría del software para LAN ofrece passwords encriptados que controlan el acceso a los datos. Esto puede no ser suficiente para algunas aplicaciones estratégicas. Sin embargo, se espera que estas características de seguridad mejoren en un futuro cercano.

- **Respaldos, recuperación y bitácoras.**

Este es otro punto débil de los sistemas cliente/servidor, pero puede ser superado con la integración de soluciones tanto en hardware como en software.

- **Tolerancia a las fallas de hardware y flujo de corriente ininterrumpida.**

Esto se refiere a la capacidad del servidor de recuperarse a la pérdida de uno o más de sus discos o de sus controladores de discos, así como a asegurarse de que el servidor esté protegido contra la falta de corriente eléctrica.

- **Administración del sistema y monitoreo de su desempeño.**

Se aprecia en este sentido muchas mejoras en las herramientas de software que permiten la administración de todo el sistema desde una sola estación de trabajo, lo que constituye un factor a considerar al bajar las aplicaciones del mainframe.

4.3.4 Elementos de un sistema cliente/servidor.

Estos son:

- **LAN.**

Que es el backbone del subsistema de comunicaciones en un sistema cliente/servidor, y pone a disposición de las aplicaciones de red mecanismos de comunicación de bajo nivel.

- **PCs que hacen las veces de servidores en la LAN.**

El servidor puede ser ya sea un servidor de archivos o de bases de datos, o un servidor adaptado a las necesidades de la organización.

- **Conectividad con el mainframe vía el servidor, si se desea.**

Esto permite al cliente acceso fácil a los recursos de los mainframes. Esta característica, además, es crucial para el éxito de un sistema cliente/servidor, ya que proporciona una alternativa de migración natural a los usuarios para bajar sus aplicaciones del mainframe.

- **Soporte a conectividad de alto nivel.**

- **Soporte al diálogo cliente-servidor: interfases de bases de datos.**

Este diálogo cliente-servidor se establece en términos del lenguaje que se haya predefinido; podemos escoger SQL para ello.

En un ambiente cliente/servidor, con bases de datos, uno o más clientes que operan bajo distintos sistemas operativos y redes hacen consultas al servidor o a los servidores. El servidor tiene control absoluto sobre el acceso a los datos, y la responsabilidad de mantener tanto la consistencia como la integridad de los datos.

Por lo tanto, se debe definir y proporcionar a los clientes la interfase para que puedan formular en ella sus consultas y enviarlas al servidor, usando para ello cualquier interfase de comunicación.

En años recientes, SQL se ha convertido en la interfase estándar para bases de datos relacionales. De este modo, los clientes simplemente traducen una o más consultas del usuario en una o más instrucciones en SQL, las mandan al servidor, y presentan los resultados que éste les envíe al usuario.

Cuando el servidor recibe la consulta en SQL del cliente, verifica la sintaxis y la viabilidad de la consulta, en términos de que los elementos solicitados existan, que el cliente tenga derecho a accederlos, etc. En este punto, el servidor puede invocar a un optimizador de consultas en SQL para encontrar el camino óptimo a los datos que se pretende obtener. Finalmente, ejecuta la instrucción, registra la transacción, y responde al cliente con el resultado de la consulta.

Es importante aclarar que cada cliente que usa SQL como la interfase de base de datos puede acceder cualquier servidor de bases de datos que tiene SQL como interfase, lo que abre la posibilidad de desarrollar aplicaciones en lenguajes de cuarta generación, que permiten que el desarrollador se aplique a los aspectos de diseño de la base de datos, sin profundizar demasiado en la sintaxis de SQL o en el software de red que transportará su consulta.

Incluso muchas hojas de cálculo y generadores de reportes ofrecen ahora una interfase en SQL para que los usuarios puedan obtener información de cualquier servidor de base de datos.

Además es importante resaltar que la interfase de base de datos entre el cliente y el servidor genera mucho menos tráfico en la red que lo que originan los manejadores de bases de datos para PCs, que cargan todas las tablas del servidor en la memoria local.

- GUI.

Una interfase gráfica para el usuario, junto con el sistema operativo, definen la interfase con el usuario en el cliente.

La GUI es procesada en el cliente, por lo que no genera intenso tráfico en la red, ya que sólo recibe del servidor los datos necesarios para conformar la interfase gráfica.

Las GUIs, además, facilitan el desarrollo de software, reduciendo los tiempos de desarrollo.

Las bases teóricas para los sistemas cliente/servidor no son recientes; sin embargo, es en estos días que se están implementando ya que es hasta ahora que, comercialmente, se ha tenido a disposición los elementos antes mencionados.

4.3.5 Ventajas y desventajas sobre otros modelos.

Un sistema cliente/servidor ofrece soluciones a las desventajas de los sistemas centralizados tanto en mainframes como en servidores locales, descritos en el punto 4.1, al tener las siguientes características:

- Es inteligente a nivel de equipo de escritorio, ya que el cliente es el responsable de la interfase con el usuario.

El cliente transforma las consultas o comandos del usuario a un lenguaje predefinido que es comprendido por el servidor y presenta los resultados que el servidor le envía como respuesta, con lo que se obtiene mayor capacidad de proceso a un menor costo.

- Permite compartir los recursos del servidor de manera óptima.

Estos recursos pueden ser tanto procesador, como almacenamiento secundario y periféricos. Un cliente puede pedir al servidor que realice procesos grandes (como el procesamiento de imágenes), o puede pedirle que corra grandes aplicaciones (servidores de bases de datos), y como fruto obtener solamente los resultados de ese proceso.

- **Utilización óptima de la red.**

Dado que los clientes se comunican con el servidor a través de un lenguaje predefinido, como puede ser SQL, y el servidor sólo remite al cliente los resultados de la consulta o comando, se reduce el tráfico en la red ya que, como vimos anteriormente, en los sistemas centralizados se transfieren los archivos de datos en su totalidad.

- **Permite cierta independencia sobre el sistema operativo y los protocolos de comunicación.**

Esto facilita el mantenimiento de las aplicaciones, y asegura su portabilidad.

- **Permite desarrollos más flexibles a un menor costo.**

Hoy, la mayoría de los componentes de un sistema cliente/servidor están disponibles comercialmente, provenientes de diversos proveedores, lo que da a las organizaciones libertad de elección, sin por ello exentarlas de los desarrollos internos.

Con el crecimiento de sistemas cliente/servidor, los proveedores se dirigen por el camino de los sistemas abiertos, que son fáciles de integrar y que requieren de menor trabajo para ser integrados al sistema de la organización. Paralelamente, los lenguajes de cuarta generación y las herramientas CASE permitirán disminuir tiempos en los desarrollos de sistemas cliente/servidor.

Entre los puntos débiles de una arquitectura cliente/servidor, tenemos que existe poca experiencia con ella, parte del software disponible se encuentra en su versión beta y el ya liberado tiene algunos errores (bugs); además, las facilidades para la administración de los datos y herramientas para la seguridad de los mismos deben ser mejoradas con el fin de ofrecer sistemas confiables.

4.3.5.1 Sistemas cliente/servidor vs. sistemas de tiempo compartido.

El procesamiento en tiempo compartido utilizando los mainframes, no es siempre la mejor solución para todas las aplicaciones. Un buen ejemplo se presenta con el advenimiento de los sistemas con interfases gráficas, que demandan una respuesta instantánea del subsistema gráfico, requiriendo un procesador dedicado y muy posiblemente personal.

El poder de las nuevas estaciones de trabajo, que comúnmente cuentan con un monitor de color de alta resolución y que, opcionalmente cuentan con capacidades de multimedia, hacen que los conceptos y las tendencias del cómputo se modifiquen.

Un sistema de tiempo compartido, provee a los usuarios con un ambiente en el que se comparten los recursos, tales como el espacio en disco, las impresoras, los programas y datos. Para que se compartan estos recursos en distintas estaciones de trabajo, éstas tienen que estar unidas a través de un red de cómputo. Por ejemplo, en la UNAM se tiene una red con un gran número de estaciones de trabajo, en la que los usuarios tienen que aprender a diferenciar entre local y remoto, saber en que máquinas se tienen tales o cuales recursos y programas disponibles. Esto nos lleva a encontrarnos con una serie de problemas.

El problema de administración de la red y de los equipos conectadas a ella, se convierte en un problema enorme. En el ambiente de estaciones de trabajo, cada usuario debe ser a la vez operador, administrador del sistema y programador de sistemas. Esto debido obviamente a que ni los administradores de sistemas, ni los operadores pueden hacerse cargo de 100 máquinas al mismo tiempo. En un sistema de tiempo compartido (mainframe) se ha llegado a un grado de madurez en estos aspectos: un equipo de trabajo se dedica a la operación del sistema, otro a la administración y en otro equipo se desarrollan los programas de aplicación necesarios para las labores de los usuarios finales.

Capítulo 4 - Sistemas Distribuidos

Se han implementado a la fecha algunas soluciones a estos problemas, pero no existe una solución tan adecuada como a la que se llegó en algún tiempo con los sistemas de tiempo compartido. Se tienen ya comandos para copias de archivos en una red y, aún mejor, existen posibilidades de archivos remotos. Desafortunadamente en la mayoría de los casos el usuario debe estar consciente de la diferencia entre un sistema local y uno remoto. El problema radica en que los sistemas operativos de hoy no se diseñaron para ser sistemas operativos distribuidos.

Si se comparan los costos de desarrollo de sistemas en un ambiente cliente/servidor con los mismos costos en un sistema de tiempo compartido centralizado, podemos observar los siguientes resultados:

AÑO	DESARROLLO DE APLICACIONES	ADQUISICION DE HARDWARE	ADMINISTRACION DE SISTEMAS	MANTENIMIENTO AL SOFTWARE	CAPACITACION
1990	+30%	-20%	+30%	0%	+10%
1992	+10%	-30%	+20%	-10%	0%
1994	-10%	-40%	+10%	-25%	+10%

FUENTE: COMMUNICATIONS OF THE ACM, julio de 1992.

Observamos que:

- El costo de desarrollo de aplicaciones en sistemas cliente/servidor, hacia 1992, es mayor que aquél en sistemas de tiempo compartido, por dos razones principalmente:
 - Falta de o herramientas incompletas para el desarrollo en sistemas cliente/servidor.
 - Incremento en la complejidad de desarrollo y pruebas de aplicaciones repartidas en la red.
- Es innegable que los sistemas cliente/servidor aventajan por mucho en costo de hardware a los sistemas de tiempo compartido.

- La administración del sistema se dificulta en un sistema cliente/servidor, principalmente por tres razones:
 - Inmadurez de las herramientas de administración o carencia de ellas.
 - Un sistema cliente/servidor se compone de elementos provenientes de diversos proveedores.
 - Los sistemas de tiempo compartido permiten una administración centralizada.

- El mantenimiento del software en un sistema cliente/servidor se reduce en comparación con los sistemas de tiempo compartido por dos razones:
 - Se hace uso cada vez más de paquetería disponible en el mercado, y se reducen los desarrollos internos.
 - Utilización de nuevas tecnologías en el desarrollo de software, como la programación orientada a objetos.

- La adopción de una interfase gráfica para el usuario en un sistema cliente/servidor reduce la curva de aprendizaje hasta un 30 o 40%.

4.4 Estrategias de relocalización de sistemas de cómputo.

Al mismo tiempo que han evolucionado las PCs y las LANs, se ha visto crecer la base instalada de estaciones de trabajo UNIX, principalmente para aplicaciones especializadas. Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones críticas de las organizaciones, han permanecido centralizadas en mainframes o minicomputadores. Con aplicaciones críticas me refiero a aquellas cuyo procesamiento y análisis es base para tomar decisiones, como puede ser el sistema de finanzas, aunque el grado de importancia de una aplicación sobre otra es determinado, usualmente, por el giro de la organización.

Recientemente se observa la tendencia en el mercado a realizar una relocalización de sistemas de cómputo, particularmente "bajando" aplicaciones del mainframe a servidores y redes locales bajo una arquitectura cliente/servidor, lo que es conocido como *downsizing*, buscando así reducir costos y aumentar la eficiencia de los sistemas.

El aspecto de los costos es muy importante. Normalmente, las unidades de informática de las organizaciones se ven presionadas por reducciones presupuestales, en muchas formas: limitaciones en las compras, recortes de personal, etc.

En este sentido, los sistemas UNIX mejoran su relación costo/rendimiento en 50% cada año, mientras que los mainframes lo hacen tan sólo en 10%. Esto significa que se puede obtener mayor capacidad de procesamiento por menos dinero. El costo de plataformas cliente/servidor es 1/7 o 1/10 el valor de los mainframes. El costo de la expansión en disco alcanza una ventaja de hasta 10 a 1 sobre los precios de los discos en mainframes²⁰.

Es por ello que la alta gerencia se pregunta por qué debe pagar \$3 millones de dólares por un mainframe que corre a 30 MIPS cuando puede obtener un sistema de escritorio, corriendo a 70 u 80 MIPS, por \$15,000 dólares, y por qué la organización continúa tratando de finalizar o iniciar el desarrollo de aplicaciones que ya llevan varios años de retraso cuando el costo derivado de mantener la planta de personal es cada vez mayor²¹.

También existe el *rightsizing*, del que se hablará en el punto 4.4.2, y el *upsizing*, que es lo contrario al *downsizing* y en el que las aplicaciones abandonan el ambiente de escritorio o de redes locales para pasar a mainframes, proceso que en la actualidad prácticamente no se da en las organizaciones.

²⁰Saldívar Juan, Downsizing: Para una mayor eficiencia de recursos, *RED*, enero de 1992, 16-20.

²¹Bort Julie, Redes: El coco de los mainframes, *Personal Computing México*, número 49, 1992, 33-38.

Sistemas abiertos

Muchas organizaciones han instalado una variedad de plataformas, y en cada una de ellas manejan información necesaria para la vida de la organización. El reto de los sistemas abiertos, y con ellos los estándares, está en hacer que esas diferentes plataformas trabajen de manera conjunta.

Los estándares permiten mejorar la compatibilidad, dejan mayor libertad al usuario para elegir lo que más convenga a sus necesidades (tanto de hardware como de software), permiten explotar nuevas tecnologías y generan un ambiente de competencia tanto en precio como en desempeño en el mercado.

A pesar de que los estándares de programación y de comunicaciones han existido y evolucionado por décadas, UNIX de AT&T fue el primer sistema operativo que funcionó en diversas plataformas con éxito, permitiendo escalabilidad, portabilidad e interoperabilidad, como ventajas características.

Sin embargo, existen siete diferentes versiones de UNIX, que no son totalmente compatibles entre sí. Es por ello que ahora, sistemas abiertos no es precisamente sinónimo de UNIX, sino de escalabilidad, portabilidad e interoperabilidad basada en estándares.

4.4.1 Downsizing

El proceso conocido como *downsizing* consiste en migrar aplicaciones completas o funciones de éstas de mainframes centralizados a redes o sistemas centralizados menores, buscando así acercar la aplicación al usuario final.

Downsizing toma ese nombre de las técnicas de "adelgazamiento" de los sistemas modernos de producción: "todo lo que no da valor

agregado a la producción debe eliminarse", lo que se llama *producción esbelta* y que surge desde 1970²².

En Estados Unidos, más del 70% de 300 compañías entrevistadas recientemente por Dataquest²³ manifestaron estar en proceso de evaluación o en proceso de migración de aplicaciones; más del 50% dijo utilizar a su mainframe solamente como servidor de archivos o de base de datos.

Se puede considerar la permanencia del mainframe como parte de la arquitectura de cómputo de una organización cuando:

- Se desea contar con bases de datos disponibles las 24 horas del día (ejemplos: líneas aéreas, cajeros automáticos).
- Se espera contar con sistemas robustos, resistentes a fallas, más seguros.
- Se requiere manejar grandes volúmenes de almacenamiento en disco.
- El choque cultural entre plataformas represente un grave obstáculo para relocalizar los sistemas.
- El costo de migración de aplicaciones sea demasiado alto, comparado con el costo-beneficio que pueda ofrecer.

Ventajas:

- Disminución en los costos, principalmente en los relacionados con compras de hardware y mantenimiento, permitiendo así que estos fondos se canalicen a inversiones en sistemas abiertos.
- Mayor flexibilidad en los equipos de cómputo y en los sistemas, pues ofrecen escalabilidad y crecimiento granular.
- Incremento de la productividad en el desarrollo.

²²Saldívar Juan, *op. cit.*

²³*The Profit Opportunities of Smartsizing*, Datamation, mayo de 1992.

- Se presenta una considerable mejora en la interfase con el usuario final, pasando de una interfase caracter típica a una interfase gráfica, además de que se cuenta con software de consultas especiales en lenguaje simple dirigido a los tomadores de decisiones, lo que incrementa la productividad del usuario final.

Desventajas:

- Costos de los nuevos equipos y del software, tanto de sistemas como de aplicación: Se calcula que se requiere de uno a tres años para recuperar la inversión.
- Capacitación de programadores o contratación de personal.
- Capacitación de usuarios finales.
- Costo de la migración de aplicaciones.
- Dificultad para administrar un sistema distribuido.
- Disminuye la confiabilidad y seguridad de los datos.

4.4.2 Rightsizing.

El proceso conocido como *rightsizing* consiste en migrar aplicaciones completas o funciones de éstas a los sistemas que respondan mejor a las necesidades de las mismas²⁴. Este proceso es posible gracias a la flexibilidad ofrecida por los sistemas abiertos. En el *rightsizing* se pueden combinar las ventajas del mainframe con las ventajas de los sistemas de escritorio.

²⁴Parra Elia, Mainframes vs. PC: No a la guerra frontal, *Personal Computing México*, número 49, 1992, 42-46.

Capítulo 4 - Sistemas Distribuidos

La principal ventaja de este proceso es que permite tener una mejor visión que aprecie que no todas las aplicaciones deben ser retiradas del mainframe: por ejemplo, aquellas en las que se requiera el procesamiento de grandes volúmenes de transacciones provenientes de miles de usuarios concurrentes en diferentes plataformas. Por otra parte, existen aplicaciones que requieren de interfases gráficas (GUIs) para mejorar la productividad del usuario final y cuya implementación es propia de sistemas de escritorio.

CAPITULO 5

METODOLOGIA PARA LA RELOCALIZACION DE SISTEMAS DE COMPUTO

Cuando una organización se decide a emplear estrategias de *downsizing*, *upsizing*, o *rightsizing*, ya sea por costos o por rendimiento, se debe establecer un plan para la migración de las aplicaciones.

Un factor crítico para el éxito de la migración es, precisamente, la planeación. Sin ella, los costos, en lugar de disminuir, pueden aumentar; planeando se puede lograr reducir los costos desde el primer año.

Un proyecto de este alcance puede verse favorecido si la organización ya necesitaba realizar una nueva inversión para actualizar sus sistemas, ya que si puede continuar operando sin realizarla, tendrá entonces recursos para invertirlos en el cambio.

El mayor reto al plantear estrategias como éstas es lograr la implementación de un plan que aproveche las nuevas tecnologías sin arriesgar las aplicaciones clave de la organización.

En este capítulo se propone una metodología para la relocalización de sistemas de cómputo que comprende tres puntos básicos:

1. Realizar un estudio de viabilidad.
2. Seleccionar la plataforma tanto de hardware como de software a la que se llevarán los sistemas.
3. Definir un plan de migración.

Existen varios factores que deben tenerse en mente al llevar a cabo este proceso. Uno de ellos es la carga política que puede acarrear el querer migrar las aplicaciones de mainframes a otras plataformas, pues esto siempre conlleva realizar cambios en la empresa y puede retrasar la migración.

Para dar los primeros pasos se tiene que ser muy cauteloso, ya que la fuerza mayor con la que se tendrá que trabajar no tiene nada que ver con programas y equipos. Se encuentra en el factor humano y es la *resistencia al cambio*. Un proceso exitoso de *downsizing* desde sus inicios, por ejemplo, seguramente ayudará a minimizar esta resistencia al cambio. Es evidente que las organizaciones acostumbradas al proceso central sean reticentes para aceptar la funcionalidad de los procesos distribuidos, ya que seguramente tendrán la percepción de que su papel en la organización disminuirá en importancia. Es probable que los argumentos que más utilicen sean la menor capacidad de cómputo de los equipos para un procesamiento distribuido, su menor eficiencia, y la supuesta menor seguridad de los datos.

Por otra parte, no deben dejarse de considerar los requerimientos de controles y auditorías que deben ser implementados en la nueva plataforma junto con los sistemas.

A continuación se profundizará sobre los tres pasos que abarca la metodología propuesta. Se asume que este proceso lo llevará a cabo personal de la empresa, por lo que antes de comenzar se sugiere la formación de un comité compuesto por personal directivo, técnico y usuario cuyo conocimiento tanto de la situación actual de la organización como del objetivo que se pretende alcanzar sea profundo. No obstante, no se descarta la posibilidad de contratar los servicios de una firma consultora pero esta opción debe evaluarse con cuidado por los costos que puede acarrear.

5.1 Estudio de viabilidad

Es necesario y prudente evaluar la viabilidad de un proyecto antes de realizarlo. Se pueden evitar meses o años de esfuerzo, dinero y una inversión profesional incontable si un error es reconocido al principio de la etapa de definición.

El estudio de viabilidad se centra en cuatro áreas de principales²⁵:

- Viabilidad económica
- Viabilidad técnica
- Viabilidad legal
- Alternativas

5.1.1 Viabilidad económica

El estudio de viabilidad económica es una evaluación del costo de desarrollo frente al beneficio final producido por la realización del proyecto.

La justificación económica comprende un amplio rango de aspectos entre los que se encuentra el análisis del costo-beneficio, estrategias de ingresos a largo plazo, impacto en otros productos o centros de beneficios y el costo de los recursos que se necesitan para el desarrollo.

Análisis económico

Entre la información más importante contenida en el estudio de viabilidad está el análisis de costos-beneficio, que sirve para hacer una justificación económica del proyecto. El análisis de costo-beneficio marca los costos del desarrollo del proyecto y los contrasta con los beneficios tangibles (medibles directamente en dinero) e intangibles de un sistema.

El análisis de costo-beneficio es complicado por los criterios que varían según las características del problema, el tamaño relativo del proyecto y la recuperación esperada de la inversión

²⁵Pressman Roger, *Ingeniería del Software*, McGraw-Hill, España 1988.

como parte del plan estratégico de una organización. Además, muchos beneficios derivados de los sistemas basados en computadora son intangibles (por ejemplo, mayor satisfacción del cliente o mejoras en las tomas de decisiones basadas en datos de ventas preanalizados). Puede ser difícil lograr comparaciones directas cuantitativas.

Los beneficios de un sistema nuevo se determinan siempre comparando el modo existente de operación con el propuesto. Dicha comparación se puede hacer en términos absolutos o relativos.

Se deben analizar los siguientes costos²⁶:

Costos previos

- Costos de consultoría
- Costos reales de compra o alquiler del equipo
- Costos de acondicionamiento del lugar destinado al equipo (aire acondicionado, sistema de seguridad, etc.)
- Costos de capital
- Costos del personal y los directivos encargados

Costos de puesta a punto

- Costos de software del sistema operativo
- Costos de instalación del equipo de comunicaciones (líneas telefónicas, líneas de datos, etc.)
- Costos del personal para la puesta a punto
- Costos de las actividades de búsqueda y contratación de personal
- Costos de trastornos al resto de la organización
- Costos de la administración requerida para dirigir la actividad de puesta a punto

Costos relativos al proyecto

- Costos de compra de software de aplicación
- Costos de modificaciones del software para ajustarse a los sistemas locales
- Costos de personal, generales, etc. del desarrollo interno de aplicaciones
- Costos de formación del personal en el uso de las aplicaciones
- Costos de los procedimientos de recolección de datos y de instalación de datos
- Costos de administración del desarrollo

²⁶Pressman Roger, op. cit.

Hasta aquí se han mencionado los *costos no recurrentes*, es decir, aquellos que serán erogados por una sola vez.

Costos continuos

- Costos de mantenimiento del sistema (hardware, software y facilidades)
- Costos de alquiler (electricidad, teléfono, etc.)
- Costos de depreciación del hardware
- Costos de personal involucrado en las actividades de administración y planeación del proyecto.

Una vez obtenidos el costo de la plataforma actual y el costo de la plataforma propuesta, se debe sustraer este último del costo actual. Si la diferencia es positiva representa el beneficio²⁷. Si la diferencia es negativa representa el costo adicional. Esta es la comparación en términos absolutos.

Esto es:

- Si $CPA > CPP$: Beneficio
- Si $CPA < CPP$: Costo adicional

donde

CPA es el costo operativo de la plataforma actual en un periodo determinado, y
CPP es el costo operativo de la plataforma propuesta, en el mismo periodo.

Se presenta ahora la comparación en términos relativos. Aplicando la fórmula:

$$Q = \frac{CPA}{CPP}$$

Si $Q > 1$, representa beneficio, y lo que exceda de 1 es el porcentaje de beneficio.

²⁷Rivera Soler Ricardo, *Apuntes del Curso de Administración de Centros de Cómputo*, México 1992.

Si $Q < 1$, representa que la plataforma propuesta cuesta más. La diferencia faltante para 1 es el porcentaje de más en costo.

Al realizar análisis de costo-beneficio se deben determinar, además de las dos relaciones antes expuestas, el plazo de recuperación de la inversión y un punto de equilibrio²⁸.

Para calcular la recuperación de la inversión, se utiliza la siguiente ecuación:

$$RDI = \frac{I}{B}$$

en donde:

RDI es el número de períodos para la recuperación de la inversión,

I es la inversión que se debe realizar para adquirir los componentes de la plataforma propuesta,

B es el beneficio (CPA-CPP). Si el beneficio es intangible, entonces no se hace la sustracción y se le asigna un valor arbitrario.

Si el plazo para la recuperación de la inversión es demasiado prolongado, podría considerarse plantear otras alternativas.

Por otra parte, en ocasiones resulta que el costo operativo de la plataforma propuesta es cercano al actual o a veces mayor; en estos casos, deben ponderarse beneficios tangibles derivados del nuevo sistema, tales como una mejor oportunidad en la distribución de productos o mejoras en la rotación de inventarios. También se da el caso de intangibles, tales como imagen de la organización, servicio a clientes, presentación de trabajos, velocidad en la

²⁸ *idem.*

obtención de resultados, etc. Estos casos, aunque no representan un beneficio económico, deben evaluarse en la toma de decisiones.

Para el punto de equilibrio²⁹, definiremos la función de ingresos como:

$$B(x)$$

donde

x es el número de períodos y
 B es el beneficio obtenido en el período.

La función de gastos variables se definirá como:

$$CPP(x)$$

Una primera forma de obtener un punto de equilibrio que no considere los costos fijos sería igualando las dos funciones anteriores:

$$B(x) = CPP(x)$$

Esto significa que la condición de equilibrio se da cuando el beneficio total es igual al costo. Despejando x se obtendría el número de período en el que se alcanzaría la condición de equilibrio.

Pero lo más conveniente es tomar en consideración los costos fijos, para lo cual se seguiría la siguiente fórmula:

$$x = \frac{CF}{B - CPP}$$

donde

²⁹Budnick Frank, *Matemáticas Aplicadas para Administración, Economía y Ciencias Sociales*, McGraw-Hill, 1981, 206-211.

x es el número de período en el que se alcanzaría la condición de equilibrio,
CF es el costo fijo por período,
B-CPP representa el beneficio marginal (siempre y cuando $B > CPP$).

"Como la retórica política después de la elección, el análisis de costos y beneficios se puede olvidar después de que comienza la implementación del proyecto. Sin embargo, es extremadamente importante porque ha sido el vehículo a través del cual se ha obtenido la aprobación de la gestión."³⁰

5.1.2 Viabilidad técnica

El estudio de viabilidad técnica es un estudio de funcionalidad, rendimiento y restricciones que pueden afectar la posibilidad de realizar un proyecto aceptable.

La viabilidad técnica es frecuentemente el área más difícil de evaluar en esta etapa del proceso. Debido a que los objetivos, funciones y rendimiento son de alguna manera difusos, cualquier cosa parece posible si se asumen los elementos "correctos". Es muy importante que el proceso de análisis y definición sea realizado en paralelo con un intento de viabilidad técnica. De esta forma se pueden evaluar las especificaciones concretas conforme se vayan definiendo.

Para tomar la decisión de iniciar o no el proceso de relocalización, la organización debe evaluar la posición que ocupa con respecto a una serie de criterios de sus sistemas actuales: ¿Qué tan importante es el mainframe para la organización? ¿Qué tan grande es su base de datos? ¿Cuántas personas necesitan tener

³⁰Fried L., "Performing Cost Benefit Analysis", *System Development Management*, Auerbach Publishers, 1977.

acceso a los datos? ¿Qué tanto necesita consolidar ese sistema con las bases de datos de otros sistemas? ¿Cuánta seguridad se requiere? ¿Qué tan importante es impedir fallas? ¿Qué tan refinada es la administración de estas funciones? ¿En cuántos lugares se encuentra diseminado el sistema actual?

Además de las anteriores, las consideraciones que se asocian normalmente a la viabilidad técnica comprenden:

Riesgo de desarrollo: ¿Se puede diseñar una nueva arquitectura de cómputo de tal forma que las funciones y rendimiento necesarios se consigan dentro de las restricciones determinadas en el análisis?

Disponibilidad de recursos: ¿Hay personal calificado para desarrollar el proyecto? ¿Están disponibles para el proyecto otros recursos necesarios (hardware y software, por ejemplo) en suficiente cantidad?

Tecnología: ¿Ha progresado la tecnología lo suficiente para soportar el cambio deseado?

Análisis Técnico

El análisis técnico comienza con una definición de la viabilidad técnica del proyecto propuesto. ¿Qué tecnologías se requieren para conseguir la funcionalidad y el rendimiento del sistema? ¿Qué nuevos materiales, métodos, algoritmos, o procesos se requieren y cual es el riesgo de su desarrollo? ¿Cómo afectarán al costo estos elementos de tecnología?

En este punto será conveniente definir las aplicaciones que migrarán a otras plataformas, pues ello será determinante si se llega al paso de seleccionar hardware y software.

5.1.3 Viabilidad legal

El estudio de viabilidad legal es una determinación de cualquier infracción, violación o ilegalidad que pudiera resultar del desarrollo del proyecto.

La viabilidad legal comprende un amplio rango de aspectos que incluyen contratos, responsabilidad, infracciones, y otros detalles frecuentemente desconocidos para el personal técnico.

5.1.4 Alternativas

Una vez que se han respondido las cuestiones asociadas al análisis técnico, se consideran diferentes alternativas de solución.

El estudio de alternativas es una evaluación de aproximaciones alternativas al desarrollo del proyecto.

El proceso global de evaluación de configuraciones alternativas de la arquitectura de cómputo consiste en calificar cada alternativa con un conjunto de "parámetros de evaluación" (criterios de compromiso) que han sido ordenados por importancia. En general los parámetros de evaluación se determinan respecto de factores económicos.

5.2 Selección de la plataforma de hardware y software

Existen algunos puntos clave para la selección de la plataforma tanto de hardware como de software a la que migrarán los sistemas. Entre ellos están:

- Capacidad del hardware y su rendimiento
- Rendimiento del software
- Soporte del proveedor
- Disponibilidad de software de aplicación
- Costos
- Flexibilidad de la configuración y capacidades de expansión
- Compatibilidad con los sistemas actuales
- Documentación disponible

Además, es necesario considerar otros puntos tratándose de selección de equipos y sistemas para una institución educativa:

- Posibilidad de donaciones y/o descuentos especiales.
- Acuerdos ya establecidos con proveedores.

Es recomendable decidirse por la plataforma de hardware una vez que se tenga claro que puede disponer en ella del software que desea utilizar para sus desarrollos, de acuerdo con lo programado y a un costo razonable.

5.2.1 Selección de la plataforma de hardware

Evaluar un equipo de cómputo es un proceso complejo que implica diferentes análisis y decisiones.

Se pueden considerar diferentes aspectos a evaluar, y cada caso particular de decisión respecto a la selección de un equipo entre varios, puede estar determinada por un área o aspecto de primordial interés o necesidad para los requerimientos particulares del usuario.

Entre las diferentes áreas de evaluación de un equipo de cómputo se encuentra, en primer término, la evaluación del rendimiento (performance) del equipo³¹.

³¹Banuet Sergio Gilberto y Quijano León Guadalupe, *Evaluación de Equipos de Cómputo para la UNAM*, México, 1980.

En el apéndice C se describen en forma general y muy brevemente las diferentes técnicas que existen para la evaluación del rendimiento de sistemas de cómputo.

Además, para el caso que nos ocupa en el que el objetivo es relocalizar sistemas, distribuyéndolos en diferentes plataformas, el aspecto *conectividad* se convierte en crítico para el éxito de toda la estrategia, por lo que se sugiere que la plataforma que se elija tenga tantas posibilidades de conectividad como sea posible. Para el caso de *downsizing* se sugiere que las nuevas plataformas tengan una buena conectividad con el mainframe, con el objeto de que las migraciones puedan hacerse de una manera gradual.

Otros aspectos de evaluación de un sistema pueden ser el sistema operativo y software para el desarrollo de sistemas que puede correr en él y los requerimientos de instalaciones especiales (aire acondicionado, potencia, etc.) necesarios para su funcionamiento, entre otros.

A continuación se describirán, dentro del contexto de evaluación para la selección de un equipo de cómputo, las características de los requerimientos que, además de la capacidad, debe tener el equipo a seleccionar. Esto es, las limitaciones que es posible imponer en general al sistema deseado y una discusión sobre lo que representa cada limitación; se describen también las formas posibles para obtención de la información necesaria así como su validación.

Por último se describirán algunos métodos para la selección del sistema más adecuado, tocando dos técnicas:

- a) Técnica de pesos y marcas
- b) Técnicas del costo-valor

El propósito, así, es proporcionar una visión general de los diferentes aspectos involucrados en la selección de un equipo para que posteriormente en el desarrollo del proceso de evaluación llevado a cabo para planear la migración de los sistemas de

administración escolar a nuevas tecnologías, relocalizando los sistemas de cómputo, se determinen cuáles fueron las herramientas de entre las descritas aquí, que se seleccionaron como las mejores para llevar a cabo este estudio en particular.

5.2.1.1 Aspectos en la evaluación de los equipos

El problema de selección de equipos de cómputo, si bien pueden plantearse exclusivamente en términos de rendimiento, dejaría sin evaluar otros aspectos que son tan importantes como él y contemplan al sistema de cómputo como un todo, con el interés de una evaluación óptima del sistema a fin de llevar a cabo una mejor selección.

De aquí en adelante no se considerará el problema de rendimiento, ya que para éste se deberá definir, de acuerdo a las circunstancias particulares, cuál es el mejor método para evaluarlo.

Para evaluar un sistema de cómputo, es necesario elaborar un estudio preliminar para determinar qué clase de sistema de cómputo es necesario para cubrir los requerimientos de utilización del mismo, el cual debe también prever las limitaciones que puedan existir en el equipo que eventualmente se seleccione.

Existen dos tipos de limitaciones: obligatorias y deseables. Si bien es común que las limitaciones se determinen como obligatorias, muchas de ellas podrían ser consideradas únicamente como deseables, después de un análisis detallado de las mismas.

Para hacer más clara la diferencia entre ambas categorías se dice que los elementos designados como obligatorios son aquellos elementos esenciales para las necesidades del comprador, de acuerdo a la utilización que prevea dar en un futuro al equipo; por consiguiente el vendedor deberá cumplir con los requerimientos obligatorios antes de que el cliente lo pueda considerar como

prospecto. Los requerimientos deseables, por otro lado, son aquellos elementos que permitirán al comprador la mejor implantación de la solución. Por lo tanto, si un vendedor en particular no cumple con alguno de estos requisitos podrá seguir siendo considerado como prospecto válido, aún cuando la falta de estos elementos pueda representar, tal vez, alguna penalización en la evaluación general.

La mayoría de las condiciones consideradas como limitaciones al sistema pueden catalogarse dentro de los siguientes aspectos:

- 1.- Costo de equipo
- 2.- Fecha de entrega
- 3.- Capacidad para manejo de las aplicaciones
- 4.- Compatibilidad
- 5.- Soporte del proveedor
- 6.- Confiabilidad
- 7.- Requerimientos de entrada/salida
- 8.- Otros (por ejemplo: requerimientos de espacio).

El nivel de detalle a que se solicitarán estas informaciones es función de las necesidades y recursos tanto económicos como humanos con que se cuenta para realizar el estudio.

Desde el punto de vista del vendedor existen dos posturas: las especificaciones generales le permiten una mayor libertad en el manejo de sus equipos dentro de las propuestas, lo que sin embargo redundará en una situación de mayores dificultades para un entendimiento (debido a que surgen más dudas y preguntas), por lo que se requiere un alto grado de interacción entre él y el cliente. Por otro lado, las especificaciones a detalle facilitan el control de las negociaciones, pero se limita al vendedor sobre las características de los sistemas que puede ofrecer.

Costo del equipo

Una consideración que debe hacerse en cualquier estudio sobre sistemas de cómputo es la cantidad de dinero que la organización está dispuesta a invertir en ellos. Normalmente se debe considerar el costo como un factor que sirva para evaluar la situación más que como una limitación. Aún cuando en ocasiones el plan de financiamiento también sea relevante, la política puede ser establecer un cierto rango del costo, que deberá ser fijado de acuerdo a las condiciones financieras de la organización, debiendo procurar que el rango de variación de costo no sea demasiado amplio, dado que esto implicaría un nuevo problema, tanto para el vendedor como para el cliente. El problema sería que el vendedor podría proponer varios sistemas dentro de ese rango, con lo que se multiplicaría el esfuerzo requerido por el personal encargado de evaluarlos y analizarlos.

Fecha de entrega

Otra de las principales estipulaciones encontrada en el estudio de un sistema es la fecha de entrega: La computadora deberá ser entregada de tal a tal fecha, el entrenamiento de personal deberá empezar *n* meses antes de esa fecha, etc.

Esta limitación es muy raramente estipulada como indispensable en los medios en que se realizan operaciones de este tipo en países altamente industrializados, sin embargo, en el caso particular de México, puede llegar a convertirse en un requisito indispensable, dado que deberán tomarse en consideración las limitaciones que respecto a la planeación de la producción e importación de equipos y partes, existe en las legislaciones respectivas, con el objeto de evitar en lo posible los problemas derivados del incumplimiento de las fechas de entrega de los equipos.

Se recomienda realizar una investigación entre las instituciones que posean equipos de los proveedores, a quienes se están requiriendo propuestas acerca del cumplimiento de este

aspecto. Para facilitar esta labor se puede solicitar a los vendedores, en las entrevistas previas, una lista de los organismos y las instalaciones que posean equipos vendidos por ellos, en áreas aledañas al sitio donde se ubicará el equipo motivo del estudio e inclusive, de ser necesario, la distribución de éstos en el territorio nacional.

Siempre se deberá fijar cierto margen prudencial en las fechas de entrega, e incluir en el contrato las penalizaciones pertinentes para casos de incumplimiento.

Capacidad para el manejo de las aplicaciones

Cuando pensamos adquirir un equipo de cómputo, podemos decir que queremos un equipo que sea capaz de llevar a cabo todo lo que nosotros queremos hacer en él, y por medio del proceso de evaluación buscaremos al que lo haga de la mejor manera.

Este punto podría estar incluido en el rendimiento del equipo; sin embargo, es frecuente hoy en día que entre los sistemas de programación que ofrece el proveedor se encuentren una serie de paquetes orientados a resolver problemas específicos y que faciliten el trabajo a los usuarios.

Por consiguiente, no se puede establecer el requerimiento de rendimiento como indispensable; sin embargo, es posible que alguna de las capacidades deseadas no sea obtenida, por lo que se necesitará establecer algún esquema de penalización para estos casos, que limite, sin llegar a la eliminación, la posibilidad de competencia de tal o cual sistema.

Compatibilidad

Un problema de tipo general que ha sido discutido por los comités internacionales encargados de definir los estándares es la compatibilidad de los sistemas, esto es, por ejemplo, la

posibilidad de correr un programa en diferentes equipos sin requerir modificación alguna, o la posibilidad de conectar equipos periféricos o, aún, memoria de diferentes proveedores al del equipo central. Este aspecto es difícil, ya que existen muchos grados de compatibilidad y no es fácil medirlos.

La compatibilidad como limitación es más fuerte para el caso de organismos que poseen un sistema de cómputo y que, por alguna circunstancia, han decidido cambiarlo o readaptarlo con el objeto de mejorar las condiciones en que éste opera. Sin embargo, el hecho de que cierto programa corra o no, sobre un nuevo sistema, no es determinante en la decisión del nivel de requerimientos; en cambio sí lo puede ser la capacidad mayor del nuevo sistema, independientemente de la necesidad de reescribir los programas.

Es claro que este aspecto resulte de importancia mínima para quien no tenga un equipo de cómputo, debido a que deberá desarrollar sus sistemas desde un nivel cero, a no ser que tenga algunos programas desarrollados en esa área y desee usarlos.

Se plantean así dos situaciones para el mismo caso: el comprador, en ambos casos, gastará una suma considerable de dinero para obtener tanto los componentes físicos (hardware) como los sistemas de programación (software) que necesita.

Para quien posea ya desarrollos en sistemas de cómputo, una baja compatibilidad se traduce en fuertes costos para reescribir sus programas, por lo que esta limitación adquiere un peso que puede llegar a transformarla en un requisito indispensable para el sistema.

En este aspecto se recomienda, para el caso de cambio de sistema, la realización de consultas con los niveles adecuados a la personas involucradas en los aspectos de uso de programas: programadores, analistas de sistemas y personal administrativo del centro de cómputo.

Se considera que la vida útil de un sistema será el tiempo razonable para su amortización y que el estudio de viabilidad de sistemas realizado, es lo suficientemente bueno para no tener que efectuar un cambio del mismo antes de ese tiempo.

Soporte del proveedor

Dentro del conjunto de especificaciones que se definen al desarrollar un proceso de selección, es frecuente encontrar que el soporte del proveedor se presenta como consideración indispensable.

Como ejemplos de lo que normalmente se exige a los vendedores se tienen:

- a) Se debe proporcionar entrenamiento en el propio sitio de la instalación a programadores, analistas de sistemas, operadores y administradores del sistema.
- b) Se debe tener la posibilidad de soporte con otras máquinas de la misma marca, compatibles con la que se adquiriera en un radio específico determinado por el usuario: este equipo se pondrá a disposición del usuario tanto para pruebas de la instalación del que se adquiriera como para casos de fallas.
- c) El proveedor garantizará el mantenimiento preventivo y correctivo en la localidad, debiendo disponer de un lote de refacciones adecuadas que asegure una pérdida de tiempo mínima en caso de falla.
- d) El proveedor deberá comisionar n analistas y m programadores por un número determinado de meses a partir de la fecha de inicio de operación del nuevo sistema, etc.

Deberá hacerse un balance adecuado de este tipo de requerimientos y establecer soluciones viables a través de negociaciones antes de considerar como un serio escollo cualesquiera de estos aspectos.

En esta parte quizá sólo la total carencia de garantías para algún punto como los especificados anteriormente consistirá una base para considerar éste como requerimiento obligatorio.

También en este aspecto se puede preguntar a los diversos organismos e instalaciones que posean equipos de los distintos proveedores acerca de su opinión sobre el soporte recibido, información que puede servir de punto de partida para decidir sobre la importancia de la limitación.

Incluso se puede considerar a terceros para que den soporte adecuado al equipo del proveedor. Este soporte debe incluir por lo menos software y capacitación. Este es un punto muy importante ya que también dice mucho de la competitividad a la que se puede enfrentar el proveedor, y de esa manera se le puede comprometer a mejorar sus servicios.

Precisión o confiabilidad

En la mayoría de las especificaciones se establece una condición de confiabilidad que permita al usuario cierta tranquilidad respecto al manejo de sus aplicaciones, generalmente se establece como un porcentaje del trabajo realizado o en ocasiones como un intervalo de confianza. Por ejemplo, el sistema debe funcionar íntegramente 95% del tiempo en todo momento, o bien las fallas en el sistema deberán estar entre 0.01 y 1% del tiempo que el sistema haya funcionado por cada mes.

Esta condición debe ser estipulada en el marco legal de la operación en sí, no se puede considerar como un requisito obligatorio, dado que eso equivaldría a darle un valor exagerado; sin embargo, deben quedar perfectamente analizados y reglamentados los mecanismos para una solución a las fallas, en caso de que se excedan los límites fijados, los cuales correrán a cargo del vendedor quien deberá bonificar al usuario por el tiempo perdido, pudiendo llegar incluso a la cancelación del contrato con las implicaciones que esto conlleva.

La recomendación que se hace en este caso es que, si se tienen informes fidedignos de que tal o cual sistema presenta fallas en forma excesiva, se analicen los hechos y se tome una decisión respecto a ese proveedor en particular.

Requerimientos de entrada/salida

En función de las aplicaciones que en particular se desean manejar, debe realizarse un estudio concienzudo sobre las condiciones limitantes de estos requerimientos.

El problema básico se presenta en aquellos usuarios que requieren un conjunto, específico y especializado, de entradas y salidas al sistema el cual será una función del grado de especialización del mismo.

Nuevamente se requiere de una aportación decisiva de parte del personal que esté trabajando en el problema de selección de equipos, quienes deben decidir el grado de importancia que esta limitación puede tener.

Otros

Existe una gran diversidad de condiciones que pueden aparecer dentro de las especificaciones, dependiendo de cada caso particular. Sin embargo, se hace hincapié de que el grado en que se transformen en limitaciones obligatorias, dependerá de la importancia que adquieran al contemplar el sistema como un todo, es decir, de la medida en que su ausencia obligue al rechazo total del mismo.

Este es un punto en que aparece en gran medida el aspecto subjetivo, dado que las decisiones respecto de la categoría de los requerimientos dependerán, de manera terminante, de las apreciaciones del comité de selección, recomendándose que en todo momento se tengan en cuenta los objetivos que se persiguen a través del proceso que tienen a su cargo.

Existen muchas veces, requerimientos diversos, particulares de las necesidades de cada organización; sin embargo, una limitación que es usual encontrar en las especificaciones para los sistemas de cómputo, y en mayor grado en equipos mayores, es la que se refiere

a las dimensiones del local donde se instalará el equipo. Las adaptaciones necesarias para el sistema, tales como: aire acondicionado, control de humedad, instalaciones eléctricas, etc., pueden llegar a ocupar un renglón importante como limitaciones obligatorias, si su costo se vuelve demasiado alto, por lo que deberán discutirse con los proveedores.

5.2.1.2 Validación de la información

Las propuestas de los proveedores contienen toda clase de información, que especifica todo lo bueno que son sus sistemas propuestos.

Una propuesta es, después de todo, un elemento de venta y, con la esperanza de vender, el proveedor debe hacer que su propuesta cumpla con todos los requerimientos de la mejor manera, para superar a los demás competidores, aún cuando el sistema no llegue a ser el mejor para satisfacer las necesidades planteadas por el comprador. Las propuestas por lo tanto, requieren de una validación, cada punto de ella debe ser verificado.

Dentro de la propuesta vendrán planteados, como se observó anteriormente, aspectos relacionados con el soporte del proveedor, la posibilidad del sistema para manejar las aplicaciones y el funcionamiento, entre otros.

El primero -el soporte del proveedor-, es difícil de validar con precisión, ya que el proveedor tendrá toda la intención de dar un buen servicio. Sin embargo, esto no significa que no se pueda hacer nada al respecto. Las características del soporte deberán aparecer por escrito en el contrato. Y si también se contempla una cláusula de fuerte penalización en el contrato, el vendedor debe plantear el soporte en los términos en que está dispuesto a comprometerse.

En el área de rendimiento, utilizando alguna de las herramientas descritas en el apéndice C, la validación de la información se limitará a la capacidad del sistema, que puede englobar los aspectos de confiabilidad, entrada/salida, etc.

Una forma para validar cada una de las diferentes posibilidades de aplicación, es que cada una de ellas sea demostrada, sin embargo, esto es prácticamente imposible. No obstante, el usuario puede validarlas si lee todos los manuales técnicos que el vendedor tenga para asegurar así, que lo que dice en la propuesta, es lo mismo que dice en el manual. Si bien esto es posible, tiene sus desventajas. En principio, esto toma muchísimo tiempo; además, el comité encargado de la selección necesitaría leer mucha información antes de llegar a los hechos concretos; finalmente, posiblemente no exista toda la literatura, o al menos la aceptable, concerniente a algunos aspectos del sistema, sin dejar de considerar que el tipo de información varía de proveedor a proveedor.

Una mejor manera de validarlo, es el desarrollo de un cuestionario que debe ser llenado por los proveedores participantes en el concurso y entregarlo junto con la propuesta.

Este cuestionario, que debe ser diseñado para brindar toda la información avalada por los manuales técnicos, tiene tres ventajas:

1. Se obtiene la información deseada.
2. Se obtiene información uniforme de todos los proveedores.
3. Obliga al proveedor a entregar información que de otra forma podría ser omitida.

Sin embargo, este tipo de cuestionarios también tiene sus desventajas. Las respuestas no pueden ser validadas en un ambiente real. Además, si las preguntas están muy orientadas a un equipo en particular (ya sea por una razón expresa o por falta de conocimiento), se puede perder información de otros vendedores que pudieran ser de interés especial para el usuario.

Capítulo 5 - Metodología para la relocalización de sistemas de cómputo

El desarrollo de un cuestionario de alta calidad es muy difícil, pero importante de llevar a cabo. El cuestionario no debe ser tan específico que se limite a respuestas SI ó NO, exclusivamente; tampoco tan general que obligue al vendedor a entregar grandes volúmenes de información inútil. El cuestionario no debe ser tan largo que al llenarlo se vuelva tedioso, ni tampoco tan corto que no se obtenga la información esencial. Las respuestas al cuestionario deben contener información que también instruya al futuro usuario y no sólo aquella que le permita calificar al sistema.

Algunos aspectos que debe incluir el cuestionario son:

1. Velocidad
 - a) Procesador central
 - b) Dispositivos de entrada/salida
 - Buffers
 - Canales de E/S
 - Controladores
 - Características de operación
2. Capacidad
 - a) Memoria principal
 - b) Memoria auxiliar (todos los tipos)
3. Compatibilidad
 - a) Con otros sistemas
 - b) Con dispositivos de E/S
 - c) Intercambiabilidad de los componentes
4. Confiabilidad
5. Posibilidades de expansión
6. Software
 - a) Sistema operativo
 - b) Compiladores
 - c) Otros paquetes
7. Requerimientos del medio ambiente de operación.

Es conveniente incluir también en el cuestionario, preguntas sobre el costo en detalle de las partes así como el soporte del proveedor.

Una vez obtenida la información del cuestionario, existe aún la necesidad de verificarla, para lo cual un método excelente es pedir al proveedor que identifique en su literatura, la fuente de la respuesta a cada pregunta del cuestionario. Otros usuarios también pueden ser un elemento útil para la validación de la información.

5.2.1.3 Métodos para la selección del sistema más adecuado

Una vez que las propuestas han sido sometidas al proceso de evaluación para determinar si las especificaciones hechas por los vendedores son reales, se debe seleccionar entre los sistemas a aquél que cubra con los requerimientos de la organización.

Existen, entre otras, dos técnicas recomendables para la selección propiamente dicha³²:

- a) Técnica de pesos y marcas
- b) Técnica de costo-valor

5.2.1.3.1 Técnica de pesos y marcas

Una técnica sofisticada, cuando se tienen suficientes recursos, humanos y económicos, es la conocida como criterio de pesos y marcas.

³²Ojeda Trejo Eduardo, *Una Metodología para la Selección de Equipos de Cómputo*, México 1976.

Existe una amplia gama de variaciones sobre esta técnica que también es conocida con otros nombres, como: sistema de puntuación, método de factores ponderados, etc.

La técnica consiste, básicamente, en lo siguiente: se dividen las características del sistema en varias clases principales, por ejemplo:

1. Hardware
2. Software
3. Entrada/Salida
4. Expansión potencial

Cada una de estas descripciones se puede dividir, a su vez, en subclases, por ejemplo:

1. Hardware
 - 1.1 Unidad central de proceso
 - 1.2 Memoria
 - 1.3 Interfases de entrada/salida
 - 1.4 Canales
- etc.

El proceso de subdivisión se puede continuar hasta el grado de fineza que se desee; como resultado se tendrá un árbol que se asume como conjunto de descriptores para el sistema de cómputo.

Una vez que se ha decidido qué conjunto de características se necesitan para hacer la selección (lo cual sería fijado por los integrantes del grupo encargado de la selección), se lleva a cabo la asignación de un peso por cada descriptor, generalmente en la forma de un pequeño entero. Por ejemplo, el usuario puede decidir que, para sus necesidades específicas, la unidad central de proceso tiene el doble de importancia que la memoria, la que se considera con la misma importancia que la interfase de entrada/salida. Entonces se asigna a la UCP un peso de 2 por 1 de la memoria y 1 de la interfase de entrada/salida. Por otro lado, se puede decidir que, para el caso particular que se maneja, el equipo físico como un todo es más importante que el soporte de programación y otras clases de descriptores de primera línea, entonces se le puede

asignar un peso de 2 por 1 de los restantes y luego asignar pesos para cada uno de los nodos inferiores con algún entero particular.

Aquí toda la responsabilidad en la asignación de los pesos recae sobre el comité de selección, que debe elegirlos de acuerdo a un profundo conocimiento de las necesidades que se espera satisfacer con el sistema.

Una vez que se han completado los pesos, se debe asignar a cada uno de los sistemas candidatos una puntuación de acuerdo al grado en el cual posean las características deseadas. Las puntuaciones asignadas no deben depender de los pesos que se asignaron previamente a cada nodo.

Para empezar, se usan nodos terminales del árbol (las ramas que no tengan nodos inferiores), asignándoseles una puntuación a cada sistema candidato, por rama. Esto se hace así, debido a que es mucho más sencillo dar puntuaciones para cierto renglón a detalle, como por ejemplo el ciclo de memoria, que para la característica considerada en forma global tal como la memoria.

Para cada sistema evaluado, el registro de puntuación asignado por rama, se multiplica por su correspondiente peso, el producto resultante se asigna como marca de puntuación al nodo padre, si existen varios hijos, la puntuación total asignada al nodo padre será la suma de los productos descritos anteriormente. Se continúa el proceso en la misma forma hasta llegar a la parte superior del árbol, obteniéndose cierta puntuación para el sistema considerado. Se ejecuta este procedimiento para todos los sistemas propuestos y se elige como ganador aquél de los candidatos que haya acumulado más puntos.

Entre las ventajas de esta técnica, se puede mencionar el hecho de que, para aplicarla, se requiere de una comprensión mayor de las características de cada sistema, además de que las consideraciones subjetivas aparecen todas de manera discreta, dentro de los pesos asignados y estarán explícitas en el árbol construido para el procedimiento.

Sin embargo, el costo de una selección a través de esta técnica es alto; además, para sistemas más sofisticados donde recaen ya aspectos como la multiprogramación pueden presentarse dificultades considerables, ya que no siempre se puede hacer una subdivisión a tal grado que comprenda las características íntegras del sistema; por lo tanto, se trabaja con un árbol de evaluación que es sólo un modelo que caracteriza ciertas necesidades del usuario, ya que se puede demostrar analíticamente que la aproximación del modelo a la realidad implicaría que el número de ramas del árbol tendería a infinito. Otro problema es considerar la interrelación que guardan entre sí los nodos del árbol; por regla general se asume que sólo existe dependencia de un nodo para con su padre e hijos y que éste es independiente de los nodos restantes. Por último, es difícil combinar en forma satisfactoria los resultados del funcionamiento con el costo del equipo.

Se han realizado intentos para incluir los costos en el árbol de descriptores, pero los pesos relativos entre costos y características son poco significativos. Una forma aceptable de manejar esta situación es mantener los costos separados produciendo dos números para cada sistema candidato, su puntuación y su costo; el usuario, entonces, decide cuál sistema elegir, ya que será él a través del comité de selección quien tenga la responsabilidad sobre la forma más adecuada para combinar estos dos factores.

Variación: Método de factores ponderados

Este método considera varios aspectos y establece algunos parámetros cuantificables representativos de esos puntos, que al ser evaluados puedan conducir a la toma de una decisión. A estos puntos a evaluar para cada alternativa generada, se les asigna un valor de importancia ponderada que fluctúa entre 0 y 1. Entre mayor es este valor, se considera más importante la característica evaluada. Este valor es asignado tomando en cuenta experiencias previas y una serie de consideraciones que emanan de la

configuración específica del sistema³³.

Se establece que la evaluación final de un sistema está dado por:

$$TOTAL_j = \sum CALIF_{ij} VALOR_i$$

En donde:

TOTAL_j Es la evaluación total para el equipo j.
CALIF_{ij} Es la calificación del equipo j en el punto i.
VALOR_i Es el valor ponderado de importancia del punto a evaluar.

Los valores ponderados representados por VALOR están asignados con base en una serie de consideraciones, que responden a las necesidades específicas para cada problema.

El valor ponderado estará determinado por las siguientes consideraciones:

- **Capacidad del hardware y su rendimiento**

Existen una serie de pruebas o *benchmarks* que miden ciertas características de un equipo de cómputo. Estas pruebas son especialmente diseñadas para arrojar como resultado una cantidad numérica, con el objeto de compararlo con otras cantidades resultantes de la aplicación de la misma prueba a pruebas similares en otros equipos.

En general, los resultados que publican los fabricantes, no son los mismos que aparecen en las revistas especializadas. Sin embargo, aunque no sean totalmente confiables, estas cantidades sí logran determinar las capacidades de un equipo de cómputo. Por lo tanto, es válido comparar el resultado de las pruebas aplicadas por cada proveedor a sus equipos entre sí.

³³ Varios autores, *Instalación, Configuración y Mantenimiento de un Servidor para la RedUNAM*, México 1992.

Lo ideal para el caso de evaluación de varios equipos de cómputo es la generación de un *benchmark* específico, representativo de la carga de trabajo que se espera tener en el sistema (basada en procesos típicos), que fuera compilado y ejecutado en cada equipo a evaluar. Esta prueba es diseñada también por especialistas y arroja una serie de observaciones que son esenciales en el momento de comparar distintos equipos o configuraciones. Sin embargo, es necesario realizar un gran esfuerzo y contar con las máquinas y configuraciones a evaluar para poder realizar las pruebas.

Si se asume la veracidad de las evaluaciones de los proveedores, se deben considerar tres parámetros, fundamentalmente:

- MIPS** Millones de instrucciones por segundo. La importancia de este parámetro radica en que muestra la velocidad con la que el sistema responde. Sin embargo, dado que el número de operaciones varía fácilmente entre sistemas con procesador CISC y RISC, no se puede definir la capacidad de un sistema únicamente con este parámetro.
- MFLOPS** Millones de operaciones con punto flotante por segundo. Esta medida también es indicativa sólo de las características del procesador y no de su arquitectura general. Esta capacidad sería interesante para el caso de aplicaciones gráficas, por ejemplo.
- Specmarks** Son una medida de rendimiento de todo el sistema y no sólo de su procesador, por lo que sus resultados son válidos para cualquier tipo de aplicación. Es por ello que esta medida es más indicativa del rendimiento de un sistema y, por lo tanto, deberá tener un peso mayor que las medidas anteriores.

En el apéndice C se presenta mayor información sobre métodos para evaluar el rendimiento de un equipo.

- **Rendimiento del software**

El rendimiento del software se mide observando que el sistema operativo y los compiladores que el sistema base incluye, tengan las capacidades suficientes para obtener el mayor rendimiento del hardware del sistema. En general esta característica no puede ser medida con exactitud. Es el proveedor el que informa de las características de su software y el que indica los avances que tiene cada nueva versión liberada. Una de las características que se han convertido en esenciales en un sistema moderno, es la posibilidad de procesamiento paralelo. Por lo tanto, es recomendable que el sistema operativo tenga esta capacidad y así pueda obtener mayor rendimiento del hardware instalado.

Otro aspecto importante en cuanto al rendimiento del software, es lo estándar de su implementación. Es muy importante, si se considera un equipo UNIX para servicio de red, que la versión del sistema operativo y servicios de red esté apegada a los estándares del mercado y que su compatibilidad se haya comprobado en sus recientes versiones.

- **Soporte del proveedor y capacitación**

El soporte del proveedor incluye respuesta a las fallas del sistema, en hardware o en software. Es necesario que el prestigio en soporte del proveedor sea reconocido, especialmente en la organización para la que se hace el estudio, como ya se comentó en el punto 5.2.3.1. La manera de distinguir entre un buen soporte y uno malo es totalmente subjetiva. Por ello, es necesario tomar en cuenta distintas opiniones de la comunidad de usuarios que tengan experiencia con el mismo fabricante.

Al mismo tiempo es necesario considerar el aspecto de capacitación. Es muy probable que los cursos de capacitación que un proveedor ofrece no satisfagan las necesidades de todos los usuarios. La variedad y calidad de los cursos es esencial.

- Disponibilidad de software de aplicación

Este punto es importante, sobre todo considerando las necesidades de los desarrolladores. En cuanto mayor sea la oferta de software para el tipo de máquina a adquirir, mayor será la gama de posibles aplicaciones que se puedan implementar en él.

Es importante considerar que es muy conveniente que los proveedores de software no sean únicamente filiales del proveedor de hardware. Si se tiene un ambiente más abierto de desarrollo y una gran cantidad de proveedores de software independientes, es más factible que la calidad de los productos sea mejor, gracias a la competencia.

Los productos de software de ciertas máquinas tienen una inclinación muy marcada. Esta inclinación se debe a las características del hardware del sistema. Se prefiere que el sistema no tenga ninguna inclinación especial, ya que esto determinará el tipo de software disponible para esa plataforma. La plataforma a elegir debe contener una gran variedad de programas y su mayor inclinación deberá ser la de los sistemas distribuidos.

Además del software disponible por distintos proveedores, existe una gran cantidad de software de dominio público en las redes internacionales. Es de gran utilidad contemplar la posibilidad de utilizar en buena medida este software y tratar de que el equipo a adquirir esté considerado entre los más utilizados para el desarrollo e implementaciones de software de dominio público.

- **Costos:**

Preparación física del site:

Si el equipo es mediano o pequeño, los costos de la instalación y preparación física del site no deben ser muy elevados, lo que no sucede en el caso de equipos mainframe, que requieren de instalaciones especiales.

Costos derivados del hardware (instalación, transporte, etc.):

Es decir, los costos en los que se va a incurrir para la instalación del hardware, incluyendo transportación, hardware adicional, etc.

Costos de conversión:

En este rubro se consideran tanto los costos de conversión de aplicaciones como los costos de conversión de datos.

Costos de entrenamiento:

Este punto está relacionado con el nivel de estandarización del sistema operativo y la compatibilidad del mismo, ya que ello permitirá reducir la curva de aprendizaje.

Costo total del equipo:

Para evaluar el costo total del equipo, se realiza una comparación con otros productos de configuraciones similares. Evidentemente este punto es muy importante, sin embargo, para minimizar su impacto en la elección del sistema, se deben elegir alternativas cuyos costos sean equiparables.

Flexibilidad de la configuración y capacidad de expansión:

La capacidad de expansión de un sistema es muy importante. Se espera que con el transcurso del tiempo, la demanda de servicios crezca, por lo que el que el sistema cuente con posibilidades de crecimiento y con flexibilidad para adaptarse a la dinámica de la organización es decisivo.

Los puntos a evaluar incluyen: características del bus de entrada/salida, interfase de red (Ethernet, FDDI), configuración máxima y mínima de RAM, capacidad en disco fijo, disponibilidad de otros periféricos como CD-ROM, unidad de cintas y posibilidad de expansión mediante otras tarjetas.

Es importante, además, contar con una plataforma de desarrollo escalable, que permita la adquisición de nuevo equipo que sea totalmente compatible con el anterior. Se debe buscar, incluso, la compatibilidad a nivel código de máquina y la posibilidad de crecimiento en equipos cinco veces mayor a la configuración inicial.

La evaluación tomará en cuenta disponibilidad, capacidad de crecimiento y, en su caso, diversidad de proveedores de tarjetas de expansión.

Compatibilidad con los sistemas actuales:

Este punto se refiere primordialmente al hecho de lograr una compatibilidad con el equipo actualmente instalado en la red, y aquél instalado en otras redes con las que se vaya a tener intercambio de información; también se considera la disponibilidad de software.

- **Documentación disponible:**

Existe una gran cantidad de información de los distintos equipos que se encuentran disponibles en el mercado. Es importante tener en cuenta que la documentación generada para el equipo a adquirir sea la necesaria para conocer sus características y así poder evaluar todos los puntos anteriores. Asimismo, se debe tomar muy en cuenta la documentación que estaría disponible para uso diario: tanto manuales del proveedor, como documentación de terceros (por ejemplo revistas).

5.2.1.3.2 Técnica de costo-valor

Este método fue desarrollado para combinar la simplicidad de la técnica del costo simple con el realismo de la técnica de ponderación y puntuación, el resultado es una técnica muy superior a ambas.

La técnica de costo valor permite evaluar solamente los requerimientos deseables de cada sistema y su costo. Esto es, el grado en el cual el sistema propuesto es capaz de llevar a cabo las funciones para las cuales se desea, y la habilidad del vendedor para superar las condiciones obligatorias no es considerada, ya que solamente se encuentran en el proceso de selección aquellos equipos que sí cumplieron con los requisitos obligatorios.

Con la técnica de costo-valor es posible estudiar también otros requerimientos ofrecidos en las propuestas, y determinar si los requerimientos deseables establecidos son en sí importantes o meramente incidentales.

La técnica de costo-valor consiste en asignar un valor en pesos a cada uno de los requerimientos deseables. Cuando un costo-valor en pesos es asignado a un requerimiento deseable ofrecido por

varios proveedores, a aquellos que no lo tengan se le asigna como costo extra al equipo el costo-valor asignado para ese requerimiento en los otros proveedores.

El costo-valor asignado a los requerimientos deseables es, en cierta medida, arbitrario por parte del comité de selección y refleja sus puntos de vista subjetivos (como en la técnica de puntuación). Sin embargo, el valor una vez asignado, ofrece una base de comparación. Puede ser examinado, discutido y cambiado independientemente de los valores de otros requerimientos.

El costo-valor específico establecido para cada requerimiento deseable encontrado en la propuesta, es usado para obtener una marca de puntuación para cada uno de los sistemas, en un esquema que se conoce como contabilidad de costo-valor. Es conveniente hacer notar que no es una contabilidad de costo, sino de costo-valor, ya que los valores utilizados, aún cuando se expresan en pesos, no reflejan el valor real. Expresado en forma más simple, la contabilidad del costo-valor para cada sistema propuesto es obtenida tomando el costo total del sistema y deduciendo de él los costos-valor de todos los extras incluidos en la propuesta. Se considera que la diferencia representa el costo derivado de satisfacer todos los requerimientos establecidos en la propuesta. El sistema cuyo costo derivado de satisfacer las condiciones obligatorias sea el más bajo, es el sistema seleccionado, dado que los costos de satisfacer los requerimientos deseables ya fueron tomados en consideración.

El problema consiste en determinar los requerimientos deseables y el costo-valor asignado a cada uno de ellos.

5.2.2 Selección de la plataforma de software

La relocalización de sistemas de cómputo se encamina a la migración de sistemas de ambientes centralizados a ambientes

distribuidos. Es por ello que la selección de la plataforma de software a la que migrarán los sistemas es una decisión fundamental para el éxito del plan de migración.

Ya se habló en el capítulo anterior de los sistemas manejadores de bases de datos distribuidas (DDBMS), los cuales permiten tener acceso a datos en diversas plataformas de hardware. La idea, así, es lograr que la organización pueda reducir los costos de desarrollo de aplicaciones si se desarrolla en una plataforma (PCs o workstations) y se produce en otra.

El DDBMS debe también ser capaz de explotar la información que con anterioridad se ha generado y se mantiene en un mainframe, por lo menos durante la migración de los sistemas. Esto se denomina interoperabilidad, que es la capacidad del DDBMS para intercambiar datos con otros DDBMSs. Recordemos que estamos incursionando en el mundo de los sistemas abiertos.

Seleccionar un DDBMS implica evaluar diferentes productos, no sólo DDBMSs, sino también diccionarios de datos, paquetes de consulta, reportadores, GUIs y hardware/software de red, preferiblemente al mismo tiempo; esto es, elegir solamente el DDBMS pensando en que después se seleccionarán las demás herramientas es una situación que puede acarrear problemas, pues reduce el universo de requerimientos.

No se debe olvidar la adquisición (si es que aún no existe en la organización), de herramientas CASE, ya que permiten elevar las tasas de productividad y mejorar la eficiencia en los desarrollos: una investigación en Estados Unidos concluyó que, en las instalaciones donde se usa CASE, se gastaron \$0.58 USD en personal desarrollador por cada dólar gastado en hardware; en instalaciones sin CASE, el gasto por personal desarrollador se elevó a \$1.23 dólares, también por cada dólar invertido en hardware³⁴.

³⁴Davis Dwight, Does Your IS Shop Measure Up?, *Datamation*, septiembre de 1992, página 31.

Se presenta ahora una metodología para la selección de software³⁵:

1. Identificación de las necesidades de la organización.
 - Necesidades presentes y futuras.
 - Determinación de la primera aplicación que migrará.
 - Priorización de necesidades.
2. Primera eliminación de alternativas.
 - Eliminar los productos que no serán considerados en el proceso de evaluación.

Los puntos 3 y 4 se realizan al mismo tiempo:

3. Evaluación de proveedores.
 - Entrar en contacto con los proveedores.
 - Evaluar el tiempo de respuesta a la solicitud de cotización.
 - Llevar a cabo presentaciones de los proveedores.
4. Evaluación de productos.
 - Preparar una solicitud de cotización.
 - Hablar y reunirse con otros usuarios que estén usando el producto.
5. Recomendación.
 - Hacer un recomendación que incluya los puntos negativos y positivos de cada producto y proveedor participante en el proceso.

³⁵Basado en Atre Shaku, *Distributed Databases, Cooperative Processing, & Networking*, McGraw-Hill, 1992, capítulo 10.

5.2.2.1 Identificación de las necesidades de la organización.

Esta es una fase crucial de cualquier decisión de compra. Deben evaluarse necesidades a nivel individual, departamental y corporativo. Las necesidades actuales serán el principal motor que permita seleccionar el producto adecuado; sin embargo, no se deben descartar las necesidades futuras pues, si en un momento dado los requerimientos de la organización sobrepasan al producto seleccionado, podría resultar mucho más costoso tanto en tiempo como en dinero convertir las aplicaciones a otro producto posteriormente.

Dado que es difícil encontrar un producto que satisfaga tanto las necesidades presentes como futuras, es importante priorizar los criterios de evaluación, lo que facilita la tarea de evaluación y selección.

Además, se debe identificar la primera aplicación que será implementada, como ya se comentó al inicio de este capítulo. Es preferible que esta aplicación no sea muy grande, para poder mostrar resultados en un término no mayor de seis meses.

Otro punto muy importante en esta etapa, y crucial para el éxito de todo el proceso, es involucrar y comprometer a los niveles directivos en la evaluación y selección, con el fin de contar con su apoyo, por lo que es deseable que algunos de ellos formen parte del grupo que hará la recomendación final.

Ahora bien, ¿cómo se definen las necesidades que nos permitirán identificar al producto correcto? Para proyectos pequeños pueden ser las personas encargadas de los mismos. Para proyectos mayores, deberán participar grupos preferiblemente compuestos por personal de distinta formación (técnicos, usuarios, otros).

Algunos aspectos del software que es importante considerar son las capacidades para manejar procesamiento de transacciones en línea (OLTP), el sistema operativo bajo el cual trabaja, si cuenta con facilidades para la consulta de información por parte de los tomadores de decisiones, entre otros.

5.2.2.2 Primera eliminación de alternativas.

En esta etapa se eliminan los paquetes que claramente no satisfacen las necesidades planteadas en la etapa anterior. Se debe tratar de reducir el universo de alternativas a tres o cuatro, dado que esto además contribuye a mantener el costo de evaluación en un término razonable, ya que por cada candidato se debe recabar información, evaluarla, reunirse con personal del proveedor y, de ser posible, hacer pruebas.

¿Cómo se puede reducir el número de alternativas a tres o cuatro? Se pueden considerar los siguientes puntos:

- El producto debe ser compatible con la plataforma de hardware seleccionada.
- El producto debe ser compatible con la versión de sistema operativo con la que trabaja la plataforma de hardware.
- El producto debe soportar las LANs, MANs y WANs implementadas o planeadas.
- Si se trata de un DBMS, debe soportar interfaces con estándares tales como SQL, además de que debe contar con GUIs estándar, pintador de pantallas, y otras herramientas de desarrollo que se consideren necesarias, tales como generador de reportes, facilidad para consultas no planeadas, prototipos, etc. También debe soportar un diccionario de datos integrado.

5.2.2.3 Evaluación de proveedores.

Esta etapa se enfoca a la evaluación de la experiencia del proveedor, los servicios que ofrece y su estabilidad financiera. Además, debe proporcionar diversos niveles de soporte técnico, antes y después de la compra. Se deben considerar también los descuentos que pueda ofrecer, por compras en volumen o por tratarse de instituciones educativas, por ejemplo, aunque esto no constituya un criterio de selección primario.

Debe averiguarse, asimismo, si el proveedor comercializa versiones *runtime*, por ser éstas de menor costo que el producto original al permitir solamente correr aplicaciones, no desarrollarlas.

Para esta y la siguiente etapa puede ser muy útil entregar al vendedor el cuestionario que se incluye en el apéndice D.

5.2.2.4 Evaluación de productos.

Se deben investigar diversos factores en este punto:

Soporte a arquitecturas cliente/servidor:

En el caso de los DBMSs, muchos productos convencionales manejan todas las funciones para el manejo de la base de datos en un solo programa. Esto simplifica la implementación del producto, pero dificulta su mantenimiento. Además, comúnmente no tienen capacidades distribuidas y pueden correr sólo en sistemas con mucha memoria.

Por tanto, es importante que el producto soporte una arquitectura cliente/servidor (que ya se discutió ampliamente en el capítulo anterior).

Portabilidad:

Dado que la evaluación está inmersa en un proceso de relocalización de sistemas de cómputo, es importante que el producto sea portable a diversas plataformas de hardware con distintos sistemas operativos. Así, la portabilidad de las aplicaciones significará que pueden ser desarrolladas en una plataforma, e implementadas en otra sin necesidad de alterar el código fuente.

Interoperabilidad:

Este punto se refiere a la capacidad de aprovechar las facilidades de conectividad para que las aplicaciones en diferentes plataformas puedan convivir.

Interfases:

Es importante que se evalúe la amigabilidad y capacidad gráfica de la interfase con el usuario (GUI), es decir, que permita utilizar el sistema a través de menús desplegados, ventanas, cajas de diálogos, usando para ello el mouse, por ejemplo.

Apego a estándares:

Es muy importante considerar la adherencia del producto a estándares tales como SQL de ANSI (American National Standards Institute) para los DBMSs: si la adherencia es total o parcial (en cuyo caso habrá de evaluarse qué tan importantes son las desviaciones que tiene el producto respecto al estándar), y si el producto ofrece extensiones al mismo. Entre más apegado esté el producto a estándares, más garantizada estará la portabilidad de las aplicaciones.

5.2.2.5 Recomendación.

Una recomendación debe ir siempre acompañada de su justificación. Esta puede ser presentada a la alta gerencia en una reunión; es importante que la presentación se haga a tiempo para poder ejercer la parte del presupuesto que corresponda.

A continuación se sugiere un formato para esta recomendación final:

I. Resumen.

El cual no debe ser mayor de dos páginas, y no debe incluir detalles técnicos. En él se incluyen:

- Lista de productos que se están recomendando, indicando si la competencia está utilizando el producto.
- Indicar quién es el proveedor y explicar su posición financiera.
- ¿Por qué se recomienda el producto?
- ¿Qué otros productos se evaluaron durante el proceso?
- ¿Qué fue lo que descalificó a los otros productos?
- ¿Qué costos representará esta adquisición para la organización en los próximos cinco años?

II. Evaluación y breve descripción de los productos.

- Describir brevemente el proceso de evaluación.
- Anexar los cuestionarios contestados por el proveedor, las cotizaciones y las especificaciones de los *benchmarks* realizados.
- Breve descripción (dos párrafos) para cada producto evaluado y razones para su eliminación o para continuar evaluándolo.
- Describir con mayor detalle (cuatro o cinco páginas) el producto que se está recomendando. Describir también los productos que llegaron a esta etapa pero que no cumplieron con los requisitos establecidos (dos o tres páginas).

III. Evaluación en detalle.

- Descripción del proceso de eliminación.
- Descripción detallada del producto y de productos relacionados.
- Matrices de evaluación.

IV. Apéndices.

- Cuestionarios
- Cotizaciones
- Documentación de la investigación con clientes que ya están utilizando el producto.
- Evaluaciones obtenidas con *benchmarks*, si las hay.

5.3 Plan de migración

Una vez que se ha realizado un estudio de viabilidad cuya conclusión permitió tomar la decisión de seguir con el proyecto de relocalización de sistemas, y ya que se haya seleccionado la plataforma tanto de hardware como de software a la que se migrará, es necesario establecer un *plan de migración* que muestre las actividades, con los responsables de las mismas y tiempos para su realización, que nos llevarán a la meta deseada.

El plan de migración deberá incluir los siguientes puntos:

1. Definición de políticas y estándares.
2. Selección de las aplicaciones que migrarán y determinación de la secuencia en que lo harán, identificando primeramente la aplicación piloto.
3. Adquisición del hardware y software al que migrarán las aplicaciones.
4. Reorganización del área de informática y de las demás áreas afectadas de la organización.
5. Formulación del plan de trabajo para el desarrollo de la aplicación piloto.
6. Capacitación al personal.
7. Establecimiento de controles y procedimientos de auditoría.

5.3.1 Definición de políticas y estándares.

La organización necesita establecer políticas globales en relación con la computación distribuida, tomando en consideración aspectos tales como la forma en que los usuarios finales recibirán respaldo técnico, a qué tipo de cosas tendrán acceso directo los usuarios y qué se conservará en el mainframe.

Se deben establecer todo género de estándares. El propósito de esta actividad será definir una forma de desarrollar aplicaciones que sean comunes a todos los sistemas (basados en un mainframe o en una workstation o en una LAN de PCs), lo que ofrece la posibilidad de plantear un entorno de tecnología uniforme. Así, se crea un ambiente integral y se garantiza la sincronización de los esfuerzos en pro de la relocalización.

Por último, la compañía necesita definir un conjunto común de arquitectura y herramientas de aplicaciones empresariales. Esto significa que las herramientas de trabajo que emplean los usuarios finales en un sistema serán las mismas que utilicen en otros.

5.3.2 Selección de las aplicaciones que migrarán y determinación de la secuencia en que lo harán, identificando primeramente la aplicación piloto.

Para relocalizar sistemas de cómputo, lo más recomendable es iniciar escogiendo una aplicación "piloto" que requiera ser rediseñada, de ser posible de sólo lectura y que no sea crítica para la organización. De esta manera, los desarrolladores pueden, al mismo tiempo, mejorar la aplicación y moverla a otra plataforma. Y si el desarrollo de esa aplicación piloto puede terminarse en poco tiempo, tanto mejor: así, las personas interesadas podrán obtener resultados en corto tiempo y terminar de convencerse sobre las ventajas de todo el proceso.

Como siguiente paso, se deben identificar las demás aplicaciones que migrarán siguiendo un plan previamente establecido. Este proceso continuaría hasta que la organización alcance el nivel óptimo preestablecido de uso del mainframe o hasta que todas las aplicaciones han migrado a otras plataformas, con lo que el mainframe se retira de la arquitectura de la organización (en el caso del *downsizing*). Si esta es la meta final del plan de migración -apagar el mainframe-, puede alcanzarse en dos años o más, dependiendo de la organización; debe tenerse en mente que los mainframes y las estaciones de trabajo son tecnologías alternativas, con ventajas y desventajas cada una.

No debe dejarse de considerar la posibilidad de utilizar los servicios de una empresa dedicada al desarrollo de sistemas para que elaboren las nuevas aplicaciones, o bien, de alguna dedicada al mantenimiento a sistemas como una manera de mantener en operación los sistemas actuales sin interrupción mientras el personal de la organización se dedica a desarrollar las nuevas aplicaciones; aunque esto puede resultar costoso.

5.3.3 Adquisición del hardware y software al que migrarán las aplicaciones.

Los trámites de importación son responsabilidad de la organización cuando la adquisición del equipo es directa a otros países; si, en cambio, todo el trato se hace con el representante de la marca en el país, él será el responsable de llevar a buen término estos trámites.

Una buena idea que puede contribuir en gran medida al éxito de la migración, es formular un plan de adquisición gradual de equipo. Esto es, ya que se ha evaluado en la selección de la plataforma de hardware la escalabilidad del equipo, se puede comenzar por adquirir un equipo pequeño, cuya configuración pueda ser saturada en un corto plazo. De esa manera los usuarios podrán comenzar a

utilizar la nueva plataforma sin que la organización realice una fuerte inversión difícil de justificar.

A medida que los usuarios den preferencia al nuevo sistema, las aplicaciones podrán ser retiradas del mainframe.

De ocurrir así también deberá asegurarse que el software que se va a adquirir sea portable en las diferentes configuraciones de equipos que se planea tener al paso del tiempo.

5.3.4 Reorganización del área de informática y de las demás áreas afectadas de la organización.

El plan de migración no debe dejar de lado la renovación o revitalización de la organización en su departamento de sistemas. Esto significa que, a medida que los usuarios finales se vuelven más educados e independientes, el personal de sistemas de información tendrá que aprender nuevas técnicas de trabajo.

Por ello, en cuanto al papel que jugará en la migración el personal de la organización, particularmente aquel de la unidad de Informática, es importante que se les tome en cuenta durante todo el proceso. Se debe seleccionar a los mejores, a aquellos que deseen aprender algo nuevo, y darles todo el apoyo por parte del nivel directivo para que la migración sea exitosa.

Como consecuencia de estas acciones, se deberá actualizar el manual de organización.

5.3.5 Formulación del plan de trabajo para el desarrollo de la aplicación piloto.

En este punto se deberá elaborar el plan de trabajo para el desarrollo de la primera aplicación que migrará a la nueva

plataforma, de preferencia siguiendo la metodología para desarrollo de sistemas que se maneje en la organización, realizando las modificaciones que correspondan ya que no se debe olvidar que se hará un desarrollo para una plataforma distinta y, en la mayoría de los casos, desconocida para los analistas y programadores.

5.3.6 Capacitación al personal.

Definitivamente no se puede poner en marcha un cambio como el que nos ocupa sin educación.

Se deberá establecer un programa de capacitación adecuado para que el personal adquiera los conocimientos necesarios para el éxito de la migración.

Esta capacitación, en distintos niveles, debe impartirse tanto al personal técnico como al usuario final, sin por ello descuidar al nivel gerencial.

La dimensión del programa de capacitación es proporcional al porcentaje de compatibilidad entre el mainframe y la plataforma de hardware seleccionada.³⁶

5.3.7 Establecimiento de controles y procedimientos de auditoría.

Se deberán establecer controles y procedimientos de auditoría que permitan la revisión tanto de las funciones, como de los nuevos sistemas conforme éstos se vayan liberando, con el objeto de

³⁶Fosdick Howard, How to Avoid the Pitfalls of Downsizing, *Datamation*, mayo de 1992, página 80.

mantener bajo constante evaluación el nivel de eficiencia de la nueva arquitectura.

Algunas de las áreas que se auditarán y que, por tanto, deberán contar con los controles pertinentes, son:

- Documentación de los proyectos.
- Estándares.
- Programas.
- Diccionario de datos.
- Procedimientos de toda índole.
- Salidas de los sistemas.
- Recursos físicos.
- Bitácora del DBMS.
- Bitácora de los componentes de hardware de la red.
- Mantenimiento.
- Respaldos.

Para propósitos de este trabajo de seminario de investigación, se presenta el estudio de viabilidad en el capítulo 6, *Alternativas de Solución*; la selección de la plataforma de hardware y software, junto con el plan de migración, se presentan en el capítulo 7, *Plan de Migración*.

CAPITULO 6

ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Hasta el momento se han establecido los antecedentes históricos de la distribución de recursos de cómputo en la UNAM. Se ha mostrado la evolución de los sistemas de administración escolar, la problemática de que adolecen, y se han presentado las bases teóricas sobre sistemas distribuidos enfocados a proceso cooperativo bajo una arquitectura cliente/servidor. Asimismo, se propuso una metodología para la relocalización de sistemas de cómputo.

Definir alternativas de solución para un problema de diseño de nuevas arquitecturas de cómputo en un ambiente universitario con la magnitud del de la UNAM, tomando en consideración las nuevas tecnologías y tendencias actuales en el área de cómputo, hace necesario pensar en soluciones realistas, cuya implementación permita el avance del desarrollo del área y su uso como herramienta en el quehacer universitario, atendiendo a los requerimientos comentados en el capítulo 3, "Situación Actual", y al mismo tiempo aprovechando estos avances tecnológicos para que la Universidad se mantenga a la vanguardia.

Es así como se proponen las siguientes alternativas de solución:

1. *Mantener los computadores A-12 y A-12B, abriéndolos mediante hardware y software.*
2. *Cambiar los computadores A-12 y A-12B por computadores con capacidades CCE (Cooperative Computing Environment) de Unisys.*

Capítulo 6 - Alternativas de solución

3. Bajo un esquema cliente/servidor, mantener a los computadores A-12 y A-12B como superservidor, y un computador Sun como front-end
4. Sustituir a los A-12 y A-12B por un SPARCcenter 2000 de Sun.
5. Asignar un computador Sun a cada gran usuario.
6. Bajo un esquema cliente/servidor, contar con un SPARCcenter 2000 como superservidor, y computadores Sun como servidores locales.

Es importante señalar que estas alternativas no son excluyentes entre sí. En especial las últimas tres alternativas no pueden ser aplicadas de una sola vez, ya que involucran la sustitución inmediata del equipo actual.

¿Por qué tomar en consideración solamente equipos Unisys y equipos Sun?

Si se ha restringido el universo de opciones en equipo de cómputo a aquellos de las compañías Unisys y Sun Microsystems, es que, en el caso de Unisys, son los proveedores del equipo en el que desde principios de la década de los setenta se han llevado los sistemas de administración universitaria, por lo que son ampliamente conocidos por los desarrolladores, lo que en su caso permitiría minimizar los costos por migración y capacitación.

Por otra parte, se opta por Sun Microsystems por ser el proveedor de sistemas abiertos cuyos procesadores son de aplicación general, que han nacido y se mantienen bajo ambiente UNIX, que permiten ofrecer al usuario interfases gráficas mucho más amigables, además de que sus equipos no requieren mantenimiento muy costoso y que, adicionalmente, cuenta ya con una buena base instalada en la UNAM por lo que existen acuerdos ventajosos para la adquisición de equipos.

Existen otros proveedores importantes de estaciones de trabajo que no entran en las alternativas para selección de equipo: IBM, Hewlett Packard, Digital Equipment Corporation (DEC) y Silicon Graphics. En el caso de los dos primeros, estas compañías fueron eliminadas por mantener un esquema de sistemas propietarios. En el caso de DEC, no se tienen buenas relaciones con el proveedor. Y, respecto a Silicon Graphics, sus equipos están altamente orientados a aplicaciones gráficas, que no es el caso de las necesidades que se pretende satisfacer.

Adicionalmente, el costo de los equipos IBM sobrepasa el costo promedio evaluado de equipos de otros proveedores y la adquisición y el mantenimiento de software representarían un gasto excesivo. Los ambientes de operación se presentan también como un obstáculo, pues sus aplicaciones y sistema operativo no se apegan tanto al estándar como otros proveedores.

En el caso de Hewlett Packard, se presentan problemas tales como las limitantes de licencias de software que el proveedor impone, los costos del equipo y la orientación de proceso numérico que se asocia a este equipo. Además, hasta el momento, en la UNAM la experiencia con el soporte del proveedor no es buena.

Para el caso de Unisys, no se tomarán en cuenta sus equipos UNIX pues existe poco software para ellos y la operación de esos equipos no es sencilla, además de que la relación costo/rendimiento es baja. Sin embargo, dado que representan una opción que no debe dejarse de evaluar, en el apéndice E se presenta la Serie U 6000 de Unisys.

Incluso a nivel mundial, es importante considerar lo siguiente. El objetivo comercial de Sun es vender estaciones de trabajo en ambiente UNIX desde hace ya diez años³⁷, cuando entonces nadie creía que UNIX podría ser un buen negocio; desde hace cinco años, además, Sun es el más grande vendedor de equipos

³⁷McCarthy Michael E., Why Sun will win in the '90s, *SunWorld*, junio de 1992, 6.

UNIX. IBM, DEC, HP y Unisys han incursionado en el mercado de estaciones de trabajo porque ha repercutido en sus ganancias el éxito de Sun y otros proveedores en este mercado. Venden estaciones de trabajo por la misma razón que venden PCs: si ellos no lo hacen, seguramente alguien más lo hará.

Dado que Sun vende estaciones de trabajo y servidores de alto rendimiento, no minis, puede competir en este mercado sin conflictos internos (al igual que Silicon Graphics, por ejemplo), lo que no sucede con las demás compañías. Para IBM, por ejemplo, cada RS/6000 representa una minicomputadora que no vendieron.

Otro punto que debe tomarse en cuenta es la situación actual de la Corporación Unisys. En 1991 tenían una deuda de \$3,800 millones de dólares -que planeaban en ese entonces reducir en \$600 millones de dólares al año como máximo-, y pérdidas acumuladas entre 1989 y 1991 de \$2,500 millones de dólares³⁸, por lo que emprendió ciertos cambios: uno de ellos fue optar por sistemas abiertos. No obstante, el rubro que reporta mejores ingresos para la compañía siguen siendo los mainframes (29% del total de sus ingresos), contra 14% de servidores departamentales y workstations. Es importante señalar que 20% de sus ingresos son por servicios de mantenimiento a equipo. El resto (37%) se distribuye entre software y servicios relacionados (14%), productos "a la medida" y servicios (16%), y otros (1%).

6.1 Definición de costos y costo operativo de la plataforma actual

En este capítulo se aplicarán las fórmulas vistas en el capítulo 5 para el análisis de costo-beneficio de cada alternativa.

³⁸Mistretta Mónica, UNISYS: Una salida por los caminos abiertos, *Personal Computing México*, número 41, 1991, 40-44.

Se definirá como el *Costo operativo de una plataforma (actual o propuesta)* (CPA o CPP) a la suma de los siguientes costos en el período de estudio, que para este caso será anual:

- Mantenimiento a hardware
- Mantenimiento a software
- Expansión (crecimiento)

En este rubro se considerará el costo de la inversión que se requiera realizar durante un año tipo de operación para mantener ésta en un nivel aceptable. Por ejemplo, invertir en agregar capacidad en disco al equipo, en hacerle una actualización (*upgrade*), etc.

- Depreciación

Tal como lo marca el Artículo 44, Fracción VII de la Ley de Impuesto Sobre la Renta, el equipo se deprecia 25% anualmente, mientras que para los periféricos este porcentaje es 12%.

Con objeto de facilitar los cálculos, se considerará que 10% de la inversión requerida para adquirir una plataforma se realiza en periféricos.

- Mantenimiento a instalaciones.
- Amortización de gastos de instalación.

El Artículo 43 de la Ley del ISR señala que el porcentaje de amortización anual para cargos diferidos es de 5%, mientras que para gastos preoperativos es del 10%.

Sin embargo, en todas las alternativas este rubro aparece en blanco, ya que tanto Unisys como Sun Microsystems realizan la instalación del equipo de manera gratuita.

Aunque se marca por separado, se considerará también el *Costo de mantener la plataforma actual durante la migración* (debe tenerse en cuenta que el equipo Unisys se mantendría en operación hasta que

los sistemas sean convertidos a la nueva plataforma), que será el costo fijo que interviene en el cálculo del punto de equilibrio, y que está constituido por dos únicos rubros:

Mantenimiento al hardware actual	314,750
Depreciación del hardware actual	510,293
TOTAL (USD)	825,043

Por otra parte, se definirá como la *Inversión necesaria para adquirir una plataforma (I)* a la suma de los siguientes costos:

- Costo del hardware
- Costo del software:
 - Sistema operativo
 - Software de desarrollo:
 - * Herramienta CASE
 - * DBMS³⁹
 - * Lenguaje de tercera generación (3GL)
 - Otros
 - * Software de conectividad
- Capacitación

En lo relativo al costo por capacitación, éste se medirá con los costos de capacitación de 20 personas desarrolladoras y 5 de soporte técnico, en las herramientas de software que se adquieran.

Se piensa en un equipo de 20 desarrolladores que serían la base para desarrollar los nuevos sistemas en la plataforma que se seleccione.

El costo por capacitación se fijó en \$84,300 USD para plataformas predominantemente Unisys, y \$89,550 USD para arquitecturas predominantemente UNIX, tal como se desglosa a continuación:

³⁹ Se asume que el DBMS incluye un lenguaje de cuarta generación, por lo que no se pondrá aparte el 4GL.

Capítulo 6 - Alternativas de solución

CAPACITACION: UNISYS (USD)	Individual	20 Desarrolladores	5 Soporte Técnico
Bases de datos	155	3,100	775
DBHS	2,390	47,800	
Administración de BDs	2,550		13,100
CASE	745	14,900	
3GL	185	3,700	925
SUBTOTALES		69,500	14,800
TOTAL			84,300

NOTA:

No se incluyó costo de capacitación en uso y/o administración del sistema operativo por la experiencia con que ya se cuenta al respecto.

CAPACITACION: UNIX (USD)	Individual	20 Desarrolladores	5 Soporte Técnico
Sistema operativo	180	3,600	900
Administración del sistema operativo	150		750
Bases de datos	155	3,100	775
DBHS	2,390	47,800	
Administración de BDs	2,550		13,100
CASE	745	14,900	
3GL	185	3,700	925
SUBTOTALES		73,100	16,450
TOTAL			89,550

- Gastos de instalación y acondicionamiento del lugar

Los gastos de instalación, para el caso de la UNAM, generalmente son cubiertos por el proveedor del equipo. Por otro lado, para cualquiera de las alternativas que se presentarán, se cuenta con una sala de cómputo con la capacidad suficiente para albergar cualquier tipo de equipo.

Para efectos de este estudio de viabilidad, no se incluirá el costo por conversión de sistemas por ser ésta la etapa de selección de la arquitectura de cómputo para los próximos años y porque, como se ha planteado hasta el momento, el cambio es inminente y necesario y, por lo tanto, en cualquier alternativa se presentarían estos costos.

En adelante los costos serán expresados tanto en nuevos pesos como en dólares, tomando como tipo de cambio N\$3.22 por dólar.

6.1.1 Costo operativo de la plataforma actual

EQUIPOS UNISYS A-12 Y A-12B

	N\$	USD
Mantenimiento a hardware	921,360	286,137
Mantenimiento a software		
Expansión	698,173	216,824
Depreciación del hardware	1,643,145	510,293
Mantenimiento a instalaciones	67,236	20,881
Amortización de gastos de instalación		
TOTAL	3,329,914	1,034,135

NOTAS:

Unisys no realiza ningún cargo ni por el software ni por el mantenimiento a éste.

No se amortizan gastos de instalación ya que Unisys realizó la colocación del equipo sin cargo.

En el renglón de expansión se incluyó el costo de adquirir dos discos de 2.7 GB, que como ya se ha mencionado, son necesarios en la actualidad para continuar operando con niveles de confiabilidad aceptables.

6.2 Consideraciones generales

6.2.1 RedUNAM

Es importante, antes de comenzar a desarrollar cada alternativa, mencionar que en cada una de ellas se hace necesario *acelerar el crecimiento y la eficiencia de RedUNAM hacia las entidades usuarias de cómputo administrativo*. Se resalta este hecho dado que la comunidad usuaria de RedUNAM es, en su mayoría, de investigación, y actualmente las dependencias administrativas se encuentran en proceso de incorporación o de adaptación a la red.

Para ello, se debe realizar un estudio para priorizar las dependencias que serán incorporadas a la red universitaria, en donde se evalúe el mejor medio para enlazarlas, ya que no se justificaría como acción inmediata el tendido de cableado en dependencias que sólo realizan consultas ocasionales o transferencias de archivos pequeños, en cuyo caso se podrían conectar a la red por medio de las ya existentes líneas seriales.

6.2.2 Ambiente de trabajo: Producción

En el ambiente de trabajo de las dependencias administrativas, el factor desempeño y disponibilidad es sumamente importante, por ser un ambiente de producción.

6.2.3 Migración de los sistemas de archivos planos a bases de datos

Asimismo, las cinco opciones involucran el paso de los sistemas de archivos planos a bases de datos, con objeto de subsanar las deficiencias comentadas en el capítulo 3, con lo que se podría disminuir la redundancia en la información, evitando inconsistencias en la misma, asegurando al máximo la integridad de los datos aplicando restricciones de seguridad más eficientes. De esta manera el tiempo de desarrollo y mantenimiento de las aplicaciones se podría reducir.

Adicionalmente, se debe considerar que los estudiantes de las carreras relacionadas con cómputo aprenden durante su formación a utilizar manejadores de bases de datos tales como Oracle o Informix, y lenguajes estándar como SQL. Aprovechar esta experiencia puede reducir los costos por capacitación de personal de nuevo ingreso, lo que no sucede en la plataforma actual, pues el personal que ingresa debe aprender desde los conceptos de los mainframes hasta el manejo del editor del sistema, por lo que empiezan a ser productivos después de un período que, aunque variable, es importante.

6.2.4 Cambios estructurales en las unidades de cómputo de las dependencias usuarias

Es obvio que es impostergable la migración de los sistemas a nuevas tecnologías. Ello implica asignar personal que se dedique **exclusivamente** al desarrollo de estos nuevos sistemas. Tradicionalmente, las dependencias usuarias de cómputo administrativo han manejado el esquema de que el mismo personal que desarrolla y/o mantiene los sistemas, es el dedicado a producción.

Ahora bien, la migración implicaría que, en determinado momento, ocurriría una implementación en paralelo que, aunque costosa, es necesaria para asegurar la disponibilidad del servicio proporcionado por los sistemas y la funcionalidad y eficiencia de los nuevos sistemas.

Esto nos lleva a considerar que se necesitarán cambios estructurales en las unidades de cómputo de las dependencias usuarias, lo que implica costos para la capacitación del personal actual y/o contratación de personal que desarrolle los nuevos sistemas.

Debe también tomarse en cuenta que si se ingresa a un ambiente de base de datos, además, se deberán crear figuras como la del DBA (administrador de la base de datos).

6.2.5 Plan de migración

Al ser inminente la migración de los sistemas a nuevas tecnologías, realizar un plan adecuado para dicha migración es crucial.

El tiempo se convierte así, en factor crítico para este plan de migración, pues las necesidades de los usuarios van creciendo, y es necesario seguirlas atendiendo satisfactoriamente mientras se dan los cambios, siguiendo las estrategias de cómputo que regirán en la Universidad en los próximos años.

6.2.6 Servicios de captura óptica y digital

Sería pertinente evaluar la incorporación de las computadoras que controlan los lectores ópticos a la red universitaria, ya que

ello redundaría en una transferencia rápida de archivos de los lectores ópticos a los computadores donde la mayoría de los usuarios que realizan labores de administración escolar procesan su información.

El uso de FTP en las computadoras de lectura óptica se traduciría en una reducción del tiempo que tarda el técnico del área en transferir a cinta la información del disco duro, el transporte a la cintoteca, y la transferencia de cinta a disco que requiere de la intervención del operador, sin dejar de considerar el tiempo que el usuario invierte en el proceso.

Este servicio de captura óptica de datos se mantendría, en cualquiera de los esquemas por que se opte, centralizado en la DGSCA, ya que ello permite que varias dependencias de la UNAM lo utilicen cuando la cantidad de hojas que leen no justifica la adquisición de un lector óptico propio.

Por otra parte, el servicio de captura digital proporcionado por DGSCA cuenta, como único usuario importante tanto en volumen como en la frecuencia de sus requerimientos, a la Dirección General de la Administración Escolar. Un nuevo esquema en los servicios proporcionados por DGSCA podría envolver el paso de esta área a la entidad usuaria.

Una vez hechas las consideraciones generales, a continuación se analizará cada alternativa.

6.3 Alternativa 1: Mantener a los computadores A-12 y A-12B, haciéndolos más abiertos mediante hardware y software.

La Serie A es un sistema propietario. Tiene un sistema operativo robusto y maduro, el MCP/AS, que soporta ambientes

transaccionales críticos de manera eficiente. Lo mismo se puede decir del manejador de base de datos con que cuenta, DMSII, del sistema de seguridad, y de sus herramientas de cuarta generación, LINC y MAPPER.

6.3.1 Ventajas y desventajas de la Serie A.

La Serie A de Unisys es una plataforma escalable, que puede crecer hasta 480 veces, desde el computador más pequeño, el A1-111, hasta el más grande, el A19-664 en los que, por manejar el mismo sistema operativo, ofrecen compatibilidad a nivel de código objeto. No se necesitan hacer cambios para soportar sistemas con varios procesadores o periféricos diferentes.

Enlazar dos o más computadores de la Serie A en una red local es relativamente fácil, pues manejan el mismo protocolo nativo, BNA (Burroughs Network Architecture). Sin embargo, el protocolo no es eficiente, pues no proporciona facilidades para la implementación de aplicaciones distribuidas entre los mismos equipos de la Serie A. Evidentemente la conexión a ambientes con otros protocolos es mucho menos eficiente.

Como ya se mencionó, una punto fuerte de la Serie A es su manejador de base de datos, DMSII (Data Management System II), el cual ofrece alto rendimiento, capacidades plenas de auditoría y recuperación, respaldos y reorganización en línea y respaldos remotos. Está basado en el modelo reticular de bases de datos y diseñado para procesamiento altamente transaccional en línea.

Por otra parte, la Serie A también cuenta con un manejador relacional, SQLDB, y un manejador que es la adaptación comercial del modelo semántico de datos, SIM (Semantic Information Manager), ofreciendo facilidades para que los usuarios, si así lo desean, pasen sus bases de datos de DMSII a SIM o SQLDB.

La Serie A también es reconocida por sus lenguajes de cuarta generación: LINC y MAPPER. LINC permite reducir sustancialmente el desarrollo de sistemas, mientras que MAPPER está orientado a que el tomador de decisiones pueda hacer consultas y obtener reportes de las bases de datos de manera muy sencilla.

Adicionalmente, se cuenta con los productos DMS.View/LINC.View que permiten acceder bases de datos en ambientes DMS II o LINC con comandos orientados a objetos (OQL) o comandos SQL, permitiendo incluso actualizaciones de dichas bases.

También se cuenta con herramientas para el usuario final, tales como IQF (Interactive Query Facility), MAPPER o programas de aplicación. De esta manera un solo programa puede acceder múltiples bases de datos de iguales o diferentes tipos, pero las instrucciones adecuadas para la recuperación en caso de falla quedan bajo la responsabilidad de la aplicación.

Así, la interoperabilidad en bases de datos ofrecida por Unisys es propietaria, básicamente, y sigue el esquema que a continuación se presenta⁴⁰:

Capa del usuario/aplicación	Aplicaciones en lenguajes 3GL y 4GL y facilidades para el usuario final.
Capa del modelo de datos	Vista de red, vista relacional o vista semántica.
Capa de mapeo físico	Rutinas de acceso.
Datos físicos	Archivos planos, base de datos DMS II, base de datos relacional, base de datos semántica.

⁴⁰Open A Series: Standard Interfaces for Superior Systems, Unisys Corporation, noviembre de 1992.

6.3.2 Apertura de los equipos Unisys

Mantener los computadores Unisys supondría, primeramente, hacerlos más abiertos mediante hardware y software.

6.3.2.1 Apertura mediante hardware

Para ello, se utilizarían tarjetas modelo LMH que soportan la conexión de hasta 250 usuarios, que se enlazan por medio de una computadora personal y pueden tener acceso al equipo Unisys con una interfase de pantalla completa. Cada tarjeta se conecta a un slot del procesador de comunicaciones CP2000, permitiendo la conectividad entre el CP2000 y el ambiente Ethernet; tiene un costo aproximado de \$17,000 USD. Otra opción contempla la inclusión de ICPS (Integrated Communication Processor). Se observará el papel que desempeñarían estos componentes de hardware en la siguiente sección.

6.3.2.2 Apertura mediante software

Conectividad:

Unisys, en los últimos años, se ha preocupado por liberar productos que permitan convivir a la Serie A con ambientes TCP/IP-OSI (protocolo característico de los sistemas abiertos), SNA (protocolo propietario de IBM) y SPX/IPX.

Dado que en la arquitectura actual no intervienen equipos IBM ni se planea su incorporación en el futuro, trataremos solamente los productos relacionados con TCP/IP y OSI.

OSI Message Handling System

Permite tener correo electrónico entre sistemas heterogéneos. Ofrece dos tipos de interfases: una con menús para el usuario final, y una a nivel de archivos tipo puerto para el programador que desarrolla aplicaciones.

OSI File Transfer, Access and Management (OSI-FTAM)

Proporciona un solo mecanismo para transferir archivos entre sistemas de diferentes proveedores, a través del comando COPY de la Serie A.

También permite acceso a y transferencia de registros individuales que se encuentren en un sistema remoto y, por tanto, permite también manipular archivos en un sistema remoto (crearlos, borrarlos, leerlos o cambiar sus atributos).

OSI Interprocess Communication (OSI-IPC)

Es el software base para desarrollar aplicaciones distribuidas que intercambien datos entre la Serie A y otros sistemas OSI, a través de archivos tipo puerto.

TCP/IP Application Services (TAS):

FTP - File Transfer Protocol
SMTP - Simple Mail Transfer Protocol
TELNET

Unisys ofrece en su producto denominado TAS, tres aplicaciones características de una red TCP/IP: FTP, SMTP y TELNET.

Con FTP se pueden transferir archivos entre diferentes sistemas. SMTP es la aplicación para correo electrónico. Lo que distingue a estas dos aplicaciones de sus similares en OSI es que FTP y SMTP han sido probadas durante más tiempo y son mayormente usadas, aunque las de OSI ofrezcan mejores herramientas.

El protocolo TELNET permite el acceso a computadores remotos, en donde se pueden acceder aplicaciones como si estuvieran en el sistema local, y viceversa. Sólo que el proceso inverso -que hagan acceso a la Serie A desde otros sistemas- interactúa con el usuario remoto con una interfase en modo línea por demás incómoda.

TCP/IP Interprocess Communication (TIC)

TIC es la herramienta de software que permite desarrollar aplicaciones distribuidas a través de archivos tipo puerto, para lo cual los programas correspondientes que corran en otras plataformas, deberán usar, para el caso de UNIX, la interfase proporcionada por los sockets, que es el símil de los archivos puerto en aquél ambiente.

Unisys ofrece también productos de interoperabilidad entre Serie A y redes Novell o PCs standalone. Existen también productos para comunicarse con equipos que corren bajo OS/2, pero no serán tratados dado que la UNAM no utiliza este sistema operativo.

LAN Connected Workstation (LCW)

Este producto permite que tanto el equipo Serie A como el CP2000 tomen algunas de las funciones de un servidor Novell. Está dirigido, principalmente, a usuarios que desean incrementar la velocidad de respuesta entre la Serie A y PCs.

Para poder implementar LCW, se debe contar con tarjetas LMH.

Data Transfer System (DTS)

Este software ofrece los siguientes servicios a los usuarios de PCs:

1. Transferencia de archivos.
2. Disco virtual (en el mainframe).
3. Impresora virtual (en el mainframe).
4. Emulación de terminal T-27.
5. Impresión en impresoras locales.

El poder manejar disco virtual permitiría que PCs sin disco fuesen utilizadas como terminales.

Host Lan Connection (HLCN)

HLCN soporta una interfase directa entre una LAN de PCs y un equipo de la Serie A. Para ello, la parte correspondiente a la Serie A debe correr software especial en un ICP (Integrated Communication Processor, componente de hardware). HLCN utiliza el protocolo NetBIOS para establecer la comunicación entre la estación de trabajo y el ICP.

Adicionalmente, HLCN soporta comunicación entre programas corriendo en la Serie A (a través de archivos tipo puerto) con programas corriendo en la estación de trabajo (por medio de llamadas a NetBIOS).

INFOConnect:

INFOConnect Accesories
INFOConnect Connectivity Services
INFOConnect Development Kit

INFOConnect ofrece, como principales servicios:

1. Una única interfase de red estándar a mainframes Unisys desde estaciones de trabajo con Windows.
2. Transporte con Poll/Select y TTY.
3. Transportes abiertos, incluyendo TCP/IP, X.25, LCW y HLCN.
4. Emulación de terminales: T-27s, ANSI X3.64/VT e IBM 3270.
5. Utilería para transferencia de archivos FileXpress de ICC.

Interoperabilidad de bases de datos

Además de las facilidades descritas en el punto 6.3.1, Unisys ofrece un grupo de productos propietarios de Oracle llamados *SQL*Star* que permiten que bases de datos en DMSII, *SQLDB* y *LINC* convivan con bases de datos Oracle en un ambiente de bases de datos distribuidas. De esta manera:

1. Las bases de datos de la Serie A aparecen como si fuesen bases de datos Oracle.
2. Los productos para consultas de Oracle pueden acceder bases de datos de la Serie A.
3. Las aplicaciones en Oracle pueden acceder bases de datos de la Serie A de manera transparente.
4. Los programas de la Serie A pueden usar la interfase con Oracle para acceder bases de datos locales o remotas de Serie A o bases de datos Oracle remotas.

En la versión actual, el uso de *SQL*Star* permite que la Serie A se comporte como un servidor de base de datos en el ambiente Oracle.

La principal limitante de estos productos es que la interoperabilidad entre bases de datos se da solamente a nivel de consulta, es decir, de lectura; no es posible hacer actualizaciones.

6.3.3 Ventajas

Si se decidiera mantener el esquema de archivos planos, no se presentarían problemas de conversión de sistemas, ni de capacitación del personal para el manejo de nuevos equipos y lenguajes, lo que no ocurriría si se determina entrar en un esquema de bases de datos.

6.3.4 Desventajas

Esta alternativa como única es limitada, pues no sugiere la evaluación de otros equipos en el mercado. Además, como la misma corporación Unisys reconoce, la Serie A está en proceso de apertura⁴¹. El hecho de que la Serie A sea escalable y permita compatibilidad a nivel de código objeto, no significa que sea un sistema abierto.

Por otra parte, se considera que el equipo actual, a pesar de tener solamente cuatro años y encontrarse en período de vida útil, debe ser sustituido; Unisys ya ni siquiera lo comercializa. Conforme avanza el tiempo la tecnología con que fue construido se va haciendo más antigua y, por su desgaste, el costo de mantenimiento se irá incrementando.

Esto es, mantener a los computadores Unisys como única plataforma para el desarrollo y producción de los sistemas de administración escolar implicaría seguir pagando altos costos de mantenimiento, que en 1992 oscilaron alrededor de los \$300,000 dólares, como se detalla en el capítulo 3, sin dejar de considerar que se requeriría adquirir los componentes de hardware que fuesen necesarios para lograr la apertura deseada (ya sea la tarjeta LMH o adquiriendo ICPs, cuyo valor es mucho más alto) o, por lo menos, los componentes necesarios para seguir operando a niveles de disponibilidad aceptables.

Precisamente los costos de expansión son más representativos. Como ejemplo se planteará la necesidad de mayor espacio en disco. Anteriormente se mencionó que la configuración actual cuenta con sólo 13.4 GB en disco, y cada gigabyte adicional que se desee adquirir cuesta más de \$40,000 dólares. Las necesidades actuales requieren aumentar en por lo menos 4 GB la capacidad actual en disco.

⁴¹Open A Series: Standard Interfaces for Superior Systems, Unisys Corporation, noviembre de 1992.

6.3.5 Análisis costo-beneficio

- a) Costo operativo de la plataforma propuesta en esta alternativa.

	NS	USD
Mantenimiento a hardware	1,013,496	314,750
Mantenimiento a software		
Expansión	752,913	233,824
Depreciación del hardware	1,831,373	568,749
Mantenimiento a instalaciones	67,236	20,881
Amortización de gastos de instalación		
	3,665,019	1,138,205

NOTAS:

Unisys no realiza ningún cargo ni por el software ni por el mantenimiento a éste.

No se amortizan gastos de instalación ya que Unisys realizó la colocación del equipo sin cargo.

El costo de expansión incluye la adquisición de una tarjeta LMH y 2 discos de 2.7 GB cada uno.

- b) Inversión

	NS	USD
Costo del hardware		
Tarjeta LMH	54,740	17,000
5.4 GB en disco	698,173	216,824
Costo del software:		
Sistema operativo		

Capítulo 6 - Alternativas de solución

	DBMS		
	CASE		
	3GL		
	4GL		
Capacitación		271,446	84,300
	TOTAL	1,024,359	318,124

c) Cálculo de beneficio, RDI y punto de equilibrio.

CPA	1,034,135
CPP	1,138,205
CMPH	825,043
Inversión	318,124
Beneficio, RDI y punto de equilibrio	No hay

d) Comentarios

Evidentemente no puede haber beneficio si el costo operativo de la plataforma propuesta es mayor al de la plataforma actual.

Este ejercicio, además, nos permite resaltar el hecho de que, si se continúa con el esquema actual, equipo Unisys Serie A, la UNAM seguiría erogando demasiado por mantener un equipo que año con año se deprecia y que, tecnológicamente, va quedando rezagado.

6.4 Alternativa 2: Cambiar los computadores A-12 y A-12B por computadores con capacidades CCE (Cooperative Computing Environment) de Unisys.

CCE (Cooperative Computing Environment), es una combinación de software y hardware que permite la convivencia en un mismo equipo de los sistemas operativos MCP (propietario a las Series A) y UNIX. Hasta ahora sólo está disponible para los equipos Serie A modelos Micro A 825, A-7 y A-11, y se espera se libere pronto para los modelos A-16 y A-19.

Esta solución pretende proporcionar las facilidades necesarias para establecer un esquema de cómputo distribuido del tipo peer-to-peer.

CCE⁴² se enfoca en poner los servicios de la Serie A a disposición de ambientes UNIX, OS/2 y MS-DOS, y viceversa. Entre su características principales se tienen:

- Alta velocidad en la comunicación (20 MB/seg)
- Programación de RPCs (Remote Procedure Calls)

Los servicios básicos que se obtienen con CCE entre ambos sistemas son:

Acceso de archivos: Permite que un programa de aplicación en un ambiente pueda crear, leer y escribir archivos en otro sistema.

Procesamiento de comandos: Permite que un programa de aplicación genere comandos de job y órdenes al operador, permitiéndole también recibir la respuesta.

La parte que corre el sistema operativo UNIX, trabaja un componente de hardware llamado *Cooperative Computing Platform (CCP)*.

Por otra parte, como elementos de software necesarios para trabajar este ambiente híbrido (con UNIX) tenemos:

*UNIX CCE Sockets Service y
UNIX CCE Developers Kit*

Estos productos permiten que los programas que corren en la Serie A se comuniquen con los programas que corren en el ambiente TCP/IP. La interfase vía sockets proporciona el

⁴²A *Series Cooperative Computing Environment*, Unisys Corporation, diciembre de 1992.

canal para la comunicación entre procesos clientes que desean comunicarse con servidores. *UNIX CCE Sockets Service* pone los sockets de UNIX a disposición de las aplicaciones en Serie A.

6.4.1 Ventajas

El contar con una parte de la máquina que esté abierta al mundo UNIX, permite el acceso desde distintos ambientes y trabajar con sistemas abiertos.

6.4.2 Desventajas

La integración lograda con CCE se realiza a nivel de puertos, interfase que se puede lograr también con el equipo actual, utilizando herramientas de software que faciliten la conectividad entre ambientes distintos como las que se describen en el apéndice F.

Cabe hacer notar también que no se ha instalado aún en México equipo con estas características, según datos proporcionados por Unisys, por lo que no existe experiencia mexicana en este sentido. Además, Unisys orienta esta solución a que el equipo UNIX con el que se convive sea de su serie U, la cual se comenta en el apéndice E.

Además, en esta alternativa se hace necesario, igualmente, contar con mayor capacidad de almacenamiento, con los altos costos que ello implica, como se explicó en el punto 6.2. Asimismo, los desarrolladores tendrían que estar capacitados para aprovechar al máximo esta nueva tecnología.

Por otra parte, la interoperabilidad en bases de datos, sólo se da con el manejador de bases de datos Oracle que, como veremos en el siguiente capítulo, no será considerado dentro del universo de alternativas por ser un producto muy caro y de alto consumo de recursos de cómputo.

No se debe olvidar que el conservar a un mainframe con estas características en la arquitectura de cómputo que se piensa diseñar para la UNAM, sería el primer equipo de su tipo en ser instalado en México e implicaría continuar pagando mantenimiento a hardware al nivel actual o a uno mucho más elevado.

6.4.3 Análisis costo-beneficio

- a) Costo operativo de la plataforma propuesta en esta alternativa.

	N\$	USD
Mantenimiento a hardware	502,320	156,000
Mantenimiento a software		
Expansión	349,087	108,412
Depreciación del hardware	966,000	300,000
Mantenimiento a instalaciones	67,236	20,881
Amortización de gastos de instalación		
	1,884,643	585,293

NOTAS:

Unisys no realiza ningún cargo ni por el software ni por el mantenimiento a éste. Se tomó como costo del mantenimiento al hardware, un 13% del costo del equipo.

Capítulo 6 - Alternativas de solución

En el renglón de expansión, se consideró el costo de agregar un disco de 2.7 GB al equipo.

No se amortizan gastos de instalación ya que Unisys puede realizar la colocación del equipo sin cargo.

b) Inversión

	N\$	USD
Costo del hardware:		
Equipo A-11	3,864,000	1,200,000
Costo del software:		
Sistema operativo		
DBMS		
CASE		
3GL		
4GL		
Capacitación	271,446	84,300
	4,135,446	1,284,300

NOTA:

El costo del equipo A-11 es aproximado, ya que el proveedor no proporcionó información al respecto; la cantidad considerada resultó estimaciones a partir de datos obtenidos en *Datapro*.

c) Cálculo de beneficio, RDI y punto de equilibrio.

CPA	1,034,135
CPP	585,293
CMPH	825,043
Inversión	1,284,300
Beneficio	448,842

RDI	2.86
Punto de equilibrio	No hay

d) Comentarios

A pesar de obtener un beneficio (pues el costo de la plataforma propuesta es menor al costo actual), no se llega al punto de equilibrio porque el beneficio es menor al costo de la plataforma propuesta.

6.5 Alternativa 3: Bajo un esquema cliente/servidor, mantener a los computadores A-12 y A-12B como superservidor, y un computador Sun como front-end.

En esta alternativa se plantea mantener los equipos Unisys, insertando entre ellos y el desarrollador un equipo Sun.

Este front-end "temporal" (puesto que serviría como tal solamente durante una etapa inicial de la migración), podría ser desde un SPARCserver 10 hasta un SPARCcenter 2000 de Sun Microsystems⁴³.

Para facilitar la implementación de este esquema, se tendría que adquirir software que permita la conectividad entre ambas plataformas, emulando para ello una terminal Unisys desde cualquier cliente conectado al servidor Sun, con lo que el trabajo en los dos ambientes se facilitaría. El usuario, desde una sola terminal, podría entonces acceder tanto la información como las aplicaciones, sin importar en qué computador residen. Además, utilizando un software con estas características se lograría una apertura para los equipos Unisys mucho más flexible que aquella que se puede lograr vía hardware propietario. En el apéndice F se presentan dos opciones en software de conectividad.

⁴³Sin embargo, esta última alternativa no es recomendable como primera etapa en la migración, como veremos en el siguiente capítulo.

En cuanto a manejadores de bases de datos, Informix y Sybase se perfilan como opciones atractivas, ofreciendo cada uno de ellos diferentes pros y contras que se analizan en el siguiente capítulo.

Por otra parte, al incorporar equipo distinto a Unisys a la plataforma de hardware, se debe tratar de aprovechar al máximo el equipo periférico con que se cuenta actualmente. Esto es válido también para las siguientes tres alternativas.

6.5.1 Características del SPARCserver 10 de Sun Microsystems.

El SPARCserver 10 está diseñado para correr aplicaciones con buen nivel transaccional; posee además la capacidad de crecer o actualizarse fácilmente, lo que protege la inversión realizada y alarga la vida del sistema.

Configuración básica:

(Modelo 40)

Hardware

Procesadores:	SuperSPARC
Velocidad del reloj:	40 MHz
MIPS:	96.2
TPS:	120
Memoria principal:	32 MB
Memoria caché:	1 MB
Disco magnético:	424 MB
	Expandible hasta 41 GB a un costo de:
	\$2,145 USD por 1.05 GB ó
	\$3,630 USD por 2.1 GB
Unidad de cinta:	.25" - 150 MB
	8 mm - 5 GB

Número máximo de
terminales locales vía
interfases seriales: 200
Precio de la
configuración básica: \$20,016 USD

Software

Sistema operativo: Solaris
Lenguajes: C, C++, Pascal, FORTRAN, COBOL

6.5.2 Ventajas

Esta alternativa permitiría, en primera instancia, facilitar la migración, ya que los usuarios podrían capacitarse y apreciar las ventajas de los sistemas abiertos, y así establecer programas de trabajo flexibles para convertir sus aplicaciones. Es decir, la etapa de conversión y transición podría llevarse a cabo paulatinamente y reduciendo el impacto en los usuarios de Unisys.

6.5.3 Desventajas

La principal desventaja de migrar a equipo no Unisys es que actualmente el personal dedicado a los sistemas administrativos carece de cultura UNIX, por lo que tendría que realizarse una inversión considerable para desarrollar esta cultura.

Cabe resaltar que, para aprovechar las facilidades gráficas que el usuario podría obtener al incorporar equipo de la naturaleza de lo que ofrece Sun Microsystems, las dependencias usuarias tendrían que adquirir estaciones de trabajo o bien contar con computadoras personales poderosas con las que se enlazarían al servidor Sun, sin excluir la posibilidad de que adquieran servidores locales que se pudiesen conectar al front-end.

Capítulo 6 - Alternativas de solución

Lo anterior representaría inversiones adicionales por parte de los usuarios, que paulatinamente tendrían que eliminar su equipo de terminales T-27 (propietarias de Unisys) para adquirir equipo con las características antes mencionadas.

6.5.4 Análisis costo-beneficio

- a) Costo operativo de la plataforma propuesta en esta alternativa.

	N\$	USD
Mantenimiento a hardware	11,371	3,532
Mantenimiento a software	36,045	11,194
Expansión	44,629	13,860
Depreciación del hardware	28,429	8,829
Mantenimiento a instalaciones	67,236	20,881
Amortización de gastos de instalación		
	187,710	58,295

NOTAS:

El mantenimiento al hardware, según el proveedor, es aproximadamente un 10% del valor del equipo.

Para el mantenimiento a software se tomó en cuenta tanto el mantenimiento al sistema operativo, como al DBMS y al CASE.

En el renglón de expansión se consideró el costo de hacer una actualización del equipo SPARCserver 10/40 a un 10/52.

No se amortizan gastos de instalación dado que el proveedor instala de manera gratuita sus equipos a las universidades.

b) Inversión

	NS	USD
Costo del hardware:		
SPARCserver 10 Modelo 40	113,713	35,315
Costo del software:		
Sistema operativo	1,103	343
DBMS	111,734	34,700
CASE	135,240	42,000
3GL	1,932	600
Conectividad	16,422	5,100
Capacitación	288,351	89,550
	668,496	207,607

NOTAS (Aplicables también a las alternativas restantes):

El costo del hardware no incluye ningún tipo de impresora; se trataría de utilizar alguna de las conectadas al equipo actual.

En el costo del sistema operativo, se incluyó el costo de un disco compacto con los manuales.

El costo por DBMS se tomó de calcular un punto medio entre el costo de adquirir Informix o Sybase, con descuentos para la UNAM.

En el renglón de CASE, se considera la adquisición de 5 módulos de KnowledgeWare.

El 3GL que se adquiriría sería lenguaje C++.

En conectividad se pone el costo de adquirir MicroCOM, MicroTERM y MicroKANDI, cuyas especificaciones aparecen en el apéndice E.

c) Cálculo de beneficio, RDI y punto de equilibrio.

CPA	1,034,135
CPP	58,295
CHPM	825,043
Inversión	207,607
Beneficio	975,840
RDI	0.21
Punto de equilibrio	0.90

d) Comentarios

Se debe tener presente que el equipo propuesto no tiene la capacidad para sustituir al actual. De ahí que, a pesar de recuperar la inversión en 2 meses y medio, y de alcanzar el punto de equilibrio a los 11 meses, esto sólo nos indica que la inversión que se realizaría en un equipo pequeño, con el cual se pueden ir desarrollando aplicaciones prototipo y que también puede servir para que los usuarios se capaciten y practiquen en él, se recuperaría antes de un año, con lo que, como parte de un plan de migración, se podría considerar para el siguiente año hacer un upgrade al equipo o comprar alguno con mayor capacidad, y de esa manera graduar la dinámica de los cambios.

6.6 Alternativa 4: Sustituir a los A-12 y A-12B por un SPARCcenter 2000 de Sun.

Esta opción representaría la sustitución completa del servicio que actualmente proporcionan los computadores Unisys, por equipo Sun.

6.6.1 Características del SPARCcenter 2000 de Sun Microsystems.

El SPARCcenter 2000 tiene la capacidad de correr aplicaciones tipo mainframe, con la ventaja de ser un sistema abierto diseñado específicamente para arquitecturas cliente/servidor.

Puede crecer hasta 20 procesadores, 80 veces la memoria principal, cientos de GB en disco, diez canales de entrada/salida, y 36 canales SCSI independientes.

Tiene además la ventaja de poder ser actualizado fácilmente, dada su arquitectura modular. Puede integrar redes ONC/NFS(TCP/IP), Netware de Novell, DECnet y SNA 3270 de IBM.

El software en el que se desarrollan las aplicaciones no es propietario, lo que permite al usuario escoger entre la amplia gama de sistemas que ofrece el mercado en DBMSs (ASK/Ingres, INFORMIX, ORACLE, Software AG, Sybase, etc.), herramientas CASE, etc.

La administración del equipo se facilita al enfocarse en la administración de la red, más que en el monitoreo de cada cambio en la misma. Para ello se cuenta con herramientas gráficas, robustas y eficientes.

Protección contra fallas:

- Recuperación automática (ASR-Automatic System Recovery)
- Aislamiento de fallas.

Puntos débiles:

- Modelo de reciente liberación.
- El duplicar procesadores no duplica el rendimiento transaccional.
- No cuenta aún con experiencia en ambiente transaccional.

Configuración básica:

Hardware

Procesadores:	SuperSPARC (2).
Memoria principal:	64 MB
Memoria caché:	1 MB
Disco magnético:	4.2 GB
CD-ROM:	644 MB
RAM:	8 MB
Unidad de cinta:	.25" - 150 MB 8 mm - 5 GB
Velocidad de transferencia (bus):	640 MB/seg.
Velocidad de transferencia (disco):	10 MB/seg.

Software

Sistema operativo:	Solaris 2.1
Precio:	\$118,341 USD
Incluye expansión a 25.2 GB de disco e impresora PostScript	

6.6.2 Ventajas

Se lograría disminuir los costos de mantenimiento desde el primer año.

6.6.3 Desventajas

Evidentemente es imposible iniciar la migración sustituyendo al equipo Unisys con equipo Sun como el SPARCcenter 2000, lo que sí puede proponerse como el punto culminante de la misma.

6.6.4 Análisis costo-beneficio

- a) Costo operativo de la plataforma propuesta en esta alternativa.

	NS	USD
Mantenimiento a hardware	36,779	11,422
Mantenimiento a software	36,045	11,194
Expansión	73,851	22,935
Depreciación del hardware	91,947	28,555
Mantenimiento a instalaciones	67,236	20,881
Amortización de gastos de instalación		
	305,857	94,987

NOTAS:

El mantenimiento al hardware, según el proveedor, es aproximadamente un 10% del valor del equipo.

Para el mantenimiento a software se consideró tanto el mantenimiento al sistema operativo, como al DBMS y al CASE.

En el renglón de expansión se incluyó el costo de agregar 12 GB a la configuración.

- b) Inversión

	NS	USD
Costo del hardware:		
SPARCcenter 2000	367,789	114,220
Costo del software:		
Sistema operativo	1,103	343

Capítulo 6 - Alternativas de solución

	DBMS	111,734	34,700
	CASE	135,240	42,000
	JGL	1,932	600
Capacitación		288,351	89,550
		906,149	281,413

c) Cálculo de beneficio, RDI y punto de equilibrio.

CPA	1,034,135
CPP	94,987
CMPM	825,043
Inversión	281,413
Beneficio	939,148
RDI	0.30
Punto de equilibrio	0.98

d) Comentarios

A pesar de que el equipo propuesto cuenta con la capacidad para sustituir al actual, no se puede forzar así un cambio de plataforma. Sin embargo, es interesante observar que se puede recuperar la inversión en tres meses y medio, y que alcanzar el punto de equilibrio se da antes del año.

6.7 Alternativa 5: Asignar un computador Sun a cada gran usuario.

Se presenta esta alternativa dado que los usuarios no comparten información entre sí; cada quién es dueño de su información, no se consolidan informes. Por lo tanto, el servicio se podría seguir ofreciendo de manera eficiente asignando un computador con capacidad de atender las necesidades de cada usuario a cada gran entidad a quien se le presta el servicio, manteniendo la operación de estos computadores centralizada en la DGSCA.

Esta alternativa presenta también, a futuro, la oportunidad de descentralizar la capacidad de cómputo y distribuirla en pequeños centros dentro del Campus Universitario y fuera de él, con la posibilidad de mantenerlos enlazados por medio de RedUNAM, con lo que se tendría un esquema real de cómputo distribuido.

6.7.1 Ventajas

En este esquema, a pesar de que cada gran usuario sería atendido por un computador diferente, se podrían compartir los periféricos (cintas, impresoras de línea, impresoras láser) reduciendo los costos de mantenimiento con respecto a los mainframes.

6.7.2 Desventajas

Implementar esta alternativa depende de la capacidad y del número de equipos que se adquieran, corriendo el peligro de que su duración fuese limitada ya que los equipos pequeños o medianos pueden llegar a saturarse más rápidamente; además, los problemas administrativos y de control de los equipos y/o centros, presentan dificultades en cuanto a la implementación de la solución.

6.7.3. Análisis costo-beneficio

- a) Costo operativo de la plataforma propuesta en esta alternativa.

Capítulo 6 - Alternativas de solución

	N\$	USD
Mantenimiento a hardware	45,483	14,125
Mantenimiento a software	144,179	44,776
Expansión	89,258	27,720
Depreciación del hardware	113,713	35,315
Mantenimiento a instalaciones	67,236	20,881
Amortización de gastos de instalación		
	459,869	142,816

NOTAS:

El mantenimiento al hardware, según el proveedor, es aproximadamente un 10% del valor del equipo.

Para el mantenimiento a software se consideró tanto el mantenimiento al sistema operativo, como al DBMS y al CASE.

En el renglón de expansión se incluyó el costo de hacer dos actualizaciones de equipos SPARCserver 10/40 a 10/52.

b) Inversión

	N\$	USD
Costo del hardware:		
4 SPARCserver 10 Modelo 40	454,853	141,259
Costo del software:		
Sistema operativo	4,413	1,371
DBMS	446,936	138,800
CASE	540,960	168,000
3GL	7,728	2,400
Capacitación	288,351	89,550
	1,743,241	541,379

c) Cálculo de beneficio, RDI y punto de equilibrio.

CPA	1,034,135
CPP	142,816
CMFM	825,043
Inversión	541,379
Beneficio	891,319
RDI	0.61
Punto de equilibrio	1.10

d) Comentarios

A pesar de que los equipos propuestos podrían satisfacer los requerimientos de cómputo de las grandes dependencias usuarias, la solución no se puede aplicar de manera inmediata por las razones comentadas en la alternativa 3. No obstante, resulta atractiva desde el punto de vista económico pues la inversión se puede recuperar en 7 meses y se puede alcanzar el punto de equilibrio en poco más de un año.

6.8 Alternativa 6: *Bajo un esquema cliente/servidor, contar con un SPARCcenter 2000 como superservidor, y computadores Sun como servidores locales.*

Esta configuración se presenta como el esquema ideal de arquitectura cliente/servidor que se podría implementar para los sistemas de administración escolar, ya que se podría tener un equipo servidor (el SPARCcenter 2000) que serviría a clientes (los equipos Sun locales) que a su vez harían las veces de servidores de las PCs y estaciones de trabajo que estuviesen conectadas a ellos.

Capítulo 6 - Alternativas de solución

A primera vista se aprecia que lograr un esquema tal no puede darse de manera inmediata; sin embargo, sí sería posible lograrlo como punto final de un plan de migración.

6.8.1 Análisis costo-beneficio

- a) Costo operativo de la plataforma propuesta en esta alternativa.

	N\$	USD
Mantenimiento a hardware	82,261	25,547
Mantenimiento a software	180,223	55,970
Expansión	113,713	35,315
Depreciación del hardware	205,661	63,870
Mantenimiento a instalaciones	67,236	20,881
Amortización de gastos de instalación		
	649,095	201,582

NOTAS:

El mantenimiento al hardware, según el proveedor, es aproximadamente un 10% del valor del equipo.

Para el mantenimiento a software se consideró tanto el mantenimiento al sistema operativo, como al DBMS y al CASE.

En el renglón de expansión se incluyó el costo de adquirir otro equipo SPARCserver 10/40.

b) Inversión

	NS	USD
Costo del hardware:		
4 SPARCserver 10 Modelo 40	454,853	141,259
1 SPARCcenter 2000	367,789	114,220
Costo del software:		
Sistema operativo	5,517	1,713
DBMS	558,670	173,500
CASE	676,200	210,000
3GL	9,660	3,000
Capacitación	288,351	89,550
	2,361,040	733,242

c) Cálculo de beneficio, RDI y punto de equilibrio.

CPA	1,034,135
CPP	201,582
CMPM	825,043
Inversión	733,242
Beneficio	832,553
RDI	0.88
Punto de equilibrio	1.31

d) Comentarios

Este esquema de cómputo distribuido, además de ser viable económicamente, es muy atractivo desde el punto de vista tecnológico. Sin embargo, debe considerarse como un estado al cual se desee llegar más que como un primer paso para la migración.

6.9 Resumen y conclusión

Como hemos visto, realizar el cambio que se desea implica llevar a cabo tanto cambios estructurales en la organización de las dependencias usuarias como un plan de migración que contemple, en una primera etapa, la convivencia del equipo actual con las nuevas tecnologías.

Dentro de la UNAM se han generado una serie de factores que contribuyen a que la visión en materia de cómputo cambie de forma continua. Anteriormente se enfocó la obtención de los recursos hacia los mainframes, que estaban dedicados al proceso de información tanto administrativa como de investigación, manteniendo todo el equipo bajo una administración central y en un solo centro de cómputo. El esquema de los mainframes es relativamente simple: una máquina con grandes recursos (procesador, almacenamiento en disco, etc.) que permite el acceso a esos recursos utilizando una red de teleproceso a la cual se conectan terminales. El poder de cómputo se concentra así en un punto, la entrada y salida de información se reparte utilizando la red de teleproceso. Los recursos de una máquina se distribuyen entre distintos usuarios, generando problemas de disponibilidad y, en muchas ocasiones, de acceso.

Estos equipos, los mainframes, poseen de manera general, un sistema operativo propietario que les impide adaptarse de manera eficiente a las tendencias actuales, como lo es la utilización de los protocolos estándares de comunicación y las arquitecturas de sistemas abiertos. Además de lo anterior, los mainframes que existen en la actualidad en la UNAM utilizan tecnología de difícil y costoso mantenimiento.

Considerar que el mainframe ha muerto sería arriesgado y, tal vez, prematuro. Las organizaciones no pueden desechar fácilmente la inversión que por años han venido realizando en equipo mayor. Lo que sí se plantea es cambiar el papel que el mainframe desempeña en la arquitectura de cómputo de una organización. El proceso

cooperativo y las estrategias para la relocalización de los sistemas plantean la reasignación de funciones que son distribuidas en diferentes plataformas: una de ellas puede ser el mainframe.

A continuación se examinarán diversas razones que justificarían la permanencia del mainframe como parte de la arquitectura de cómputo universitaria:

- a) Los mainframes son sistemas robustos, resistentes a las fallas.

Sin embargo, nuevos sistemas como el SPARCcenter 2000 de Sun, ofrecen también resistencia a fallas.

- b) Permiten manejar grandes volúmenes de almacenamiento en disco.

Sin embargo, el precio por gigabyte es muy alto. Podríamos hablar de que en un mainframe la expansión en disco cuesta de \$4,000 a \$10,000 USD/GB, mientras que en un SPARCcenter este costo es de sólo \$2,000/GB.

- c) El paso de aplicaciones a nuevos sistemas es costoso.

Aquí el punto a considerar es que las aplicaciones de administración universitaria tienen más de 20 años de vida, por lo que es cada vez más necesario el rediseño de las mismas. Es decir, la migración de los sistemas implicará costos con o sin cambio de plataforma de desarrollo y producción.

- d) Tienen una alta capacidad transaccional.

No se tienen datos acerca de la capacidad transaccional del SPARCcenter; no obstante, las velocidades de transferencia a disco son mayores que las de los discos de la Serie A, lo que puede dar una idea de las mejoras que se pueden obtener, aunque ello no garantiza la seguridad de que un transacción llegará a buen término a pesar de caídas en el

sistema, por ejemplo. Para los mainframes Unisys, esta velocidad de transferencia alcanza un máximo de 4 MB/seg (con los discos de tecnología más reciente con que actualmente cuenta la UNAM); para los discos SCSI del SPARCcenter, esta velocidad alcanza el orden de los 10 MB/seg. En el caso del SPARCcenter, se considera que el software que asegura el buen término de una transacción no ha sido suficientemente probado.

- e) Ofrecen mayor seguridad que sistemas menores.

Esta aseveración resulta representativa sólo si la aplicación se pasa de un ambiente mainframe a un ambiente de PCs en redes locales.

La evolución de la tecnología de comunicaciones y la política de permanecer a la vanguardia, han permitido que en la UNAM se modifiquen las directivas que se siguen para la adquisición de nuevo equipo de cómputo. La tendencia es distribuir el poder de cómputo a lo largo y ancho del campus universitario, utilizando para ello, las facilidades otorgadas por la infraestructura de comunicaciones. La idea central de lo anterior reside en proporcionar los recursos para que los usuarios de las distintas dependencias universitarias, utilicen, en la medida de sus posibilidades, sus recursos locales de cómputo y, cuando la aplicación lo requiera, hagan uso de los "equipos grandes" de la Universidad.

Con el esquema anterior se llevan a cabo dos procesos importantes, la descentralización del poder de cómputo, con la consecuente desaparición de una administración central, y el establecimiento de las bases para la evolución hacia los modelos de procesamiento distribuido.

Sin embargo, la desaparición de la concentración de los recursos que un mainframe proporciona, trae consigo un conjunto de necesidades que algún equipo debe cubrir.

Tal vez lo más difícil de realizar sea el proceso de migración de los sistemas actuales a los que se emplearán en los próximos años, proceso que incluye costos de adquisición de equipo y software, entrenamiento y resistencia de los usuarios, etc. Sin embargo, el principal interés reside en que los sistemas sean funcionales durante los próximos años y que estén de acuerdo con una realidad de apertura global.

Cabe señalar, como referencia adicional, que la capacidad de respuesta de las compañías evaluadas, Unisys de México y Cromasoft (distribuidor de Sun Microsystems) es muy distinta. Mientras que la orientación del proveedor (incluyendo la elaboración de la cotización) puede tardar un día o menos en Cromasoft (que inclusive proporciona precios por teléfono), en Unisys puede tomar semanas.

Adicionalmente, el personal directivo ha percibido un cambio hasta cierto punto negativo en la atención por parte del personal de Unisys hacia la cuenta de la UNAM, situación que parece tener la posibilidad de tomar otro rumbo por cambios internos en Unisys de México; sin embargo, éste es otro punto a considerar como costo intangible de la operación de sus equipos.

Quizá otro costo intangible, esta vez afectando a Sun, sea el hecho de que se necesita cambiar la mentalidad de la UNAM como cliente de una sola compañía que le proporciona todo (compra y servicio), a un esquema donde una empresa le vende el equipo, otra el software, otra más el mantenimiento, etc.

En las siguientes dos páginas, se presenta un cuadro-resumen con las alternativas, la inversión y costo operativo que representan, duración estimada, flexibilidad, incidencia en el servicio y recomendación final.

Como se puede observar, mantener los mainframes Unisys es sumamente costoso, por lo que se vuelve inoperante. El cambio a equipos UNIX, además de significar un ahorro en costo, presenta toda una gama de oportunidades en sistemas abiertos que, considero, es lo que debe tener mayor peso en la decisión final.

Capítulo 6 - Alternativas de solución

Concluyo así, que se recomienda la implementación como primer paso de la migración de la alternativa 3, *adquiriendo un servidor Sun como front-end*, y que se dirijan los esfuerzos a lograr un esquema como el presentado en la alternativa 6, *contar con un SPARCcenter 2000 como superservidor y computadores Sun como servidores locales*, lo que se desarrollará en el siguiente capítulo.

Capítulo 6 - Alternativas de solución

ALTERNATIVA	INVERSION ESTIMADA	COSTO OPERATIVO	DURACION ESTIMADA DE LA SOLUCION	FLEXIBILIDAD DE LA SOLUCION	INCIDENCIA EN EL SERVICIO	RECOMENDACION
Mantener los computadores A-12 y A-12B, abriéndolos mediante hardware y software	318,124	1,138,205	1 año antes de saturación	Reducida: se mantiene un esquema de proveedor propietario	No existe la necesidad de conversión de los sistemas por continuar en equipo Unisys.	Negativa
Cambiar los computadores A-12 y A-12B por computadores con capacidades CCE	1,284,300	585,293	10 años	Reducida: se mantiene un esquema de proveedor propietario	No existe la necesidad de conversión de los sistemas por continuar en equipo Unisys.	Negativa
Mantener a los computadores A-12 y A-12B como superservidor, y un computador Sun como front-end.	207,607	58,295	1 año antes de saturación; sería paso inicial de un plan de migración	Amplia: permite la transición entre ambientes	Preparación de los usuarios para la utilización del nuevo equipo. Necesidad de conversión de los sistemas. Necesidad de conectividad entre ambas plataformas.	Positiva de manera inmediata

Capítulo 6 - Alternativas de solución

ALTERNATIVA	INVERSION ESTIMADA	COSTO OPERATIVO	DURACION ESTIMADA DE LA SOLUCION	FLEXIBILIDAD DE LA SOLUCION	INCIDENCIA EN EL SERVICIO	RECOMENDACION
Sustituir los A-12 y A-12B por un SPARCcenter 2000 de Sun.	281,413	94,987	3 años	Reducida: representa un paso radical	Preparación de usuarios para el nuevo equipo. Necesidad de conversión de los sistemas.	Opción a futuro
Asignar un computador Sun a cada gran usuario.	541,379	142,816	2 años	Media: "distribuye" la capacidad de cómputo pero su operación continúa centralizada	Preparación de los usuarios para la utilización del nuevo equipo. Necesidad de conversión de los sistemas. Definición de políticas para la administración de recursos.	Opción a futuro
Contar con un SPARCcenter 2000 como superservidor, y computadores Sun como servidores locales.	733,242	201,582	10 años	Amplia: sienta las bases de un esquema real de cómputo distribuido	Ídem.	Opción a futuro

CAPITULO 7

PLAN DE MIGRACION

Una vez seleccionada como primera etapa de la migración la tercera opción de las presentadas en el capítulo anterior, en la que se plantea el colocar un computador Sun como front-end de los A-12s, se presenta ahora la selección de la configuración de ese front-end, la selección del manejador de base de datos en el que se programarán los sistemas (previa implementación de la aplicación piloto), y el Plan de Migración para los sistemas de administración escolar.

7.1 Selección del front-end.

La selección de un equipo de cómputo se complica conforme las nuevas tecnologías surgen y nuevos productos son lanzados por un amplio conjunto de competidores. Existen, tal como hemos visto en el capítulo 5, diferentes técnicas para la selección de un equipo de cómputo.

Para seleccionar el front-end que constituirá el primer paso para la migración, se empleará el siguiente procedimiento:

1. Determinar la configuración específica del sistema.
2. Emplear el método de factores ponderados.
3. Identificar las alternativas y su costo.
4. Analizar los resultados.

Condiciones y configuración específica del sistema:

El equipo que se va a adquirir debe cubrir una serie de necesidades y, por lo tanto, debe tener una configuración y características mínimas. A continuación se presenta una descripción de las características del equipo y carga de trabajo que se requiere que este equipo soporte:

Capacidad para el manejo de aplicaciones y rendimiento:

- Se considera que en las horas pico, el sistema debe soportar un número de usuarios no menor que treinta.
- Las aplicaciones de administración escolar no exigen el rendimiento máximo del procesador. Sin embargo, dichas aplicaciones sí requieren de gran capacidad para las operaciones de entrada/salida.
- Debe ofrecer pronta respuesta a procesos interactivos.
- Debe contar con alta capacidad de almacenamiento en disco.
- Debe contar con facilidades para el respaldo de información.

Confiabilidad:

- Debe ser tolerante a fallas y ser capaz de recuperarse rápidamente.
- Debe funcionar íntegramente 98% del tiempo disponible.

Compatibilidad:

Del sistema operativo:

- Compatibilidad con sistemas de otros equipos de cómputo con que cuenta la UNAM.
- Apego a estándares que garanticen su apertura.
- Contar con excelente ambiente para el desarrollo de nuevas aplicaciones.
- Facilidad para la implementación de aplicaciones distribuidas.

Costo:

- Para la adquisición del equipo, por ser el inicio del plan de migración, se le asignó un presupuesto que no debe ser superior a los \$30,000 USD para que sea atractivo.

Soporte del proveedor:

- Se espera que el proveedor responda rápida y adecuadamente a los requerimientos, que ofrezca buenos descuentos (dado que se trata de un plan a varios años), y que proporcione elementos, tanto de experiencia como de hardware y software, que faciliten la migración. Asimismo, se espera su colaboración para que el equipo sea entregado en un corto plazo con objeto de iniciar lo antes posible el programa de capacitación de los usuarios.

Administración del equipo:

- Debe ofrecer herramientas que faciliten la administración del equipo.

La adquisición de un equipo cuyo sistema operativo sea UNIX, o una variante de él, se plantea como la opción más viable ya que las condiciones actuales de RedUNAM así lo señalan: prácticamente todos los equipos enlazados por esta red trabajan en ambiente UNIX, con alguna de sus variantes (Ultrix, SunOS, Solaris, Irix, SCO UNIX, Unicos, AIX, HP-UX, etc.).

Aunada a la amplia difusión de este sistema operativo en la UNAM, las implementaciones UNIX de mayor éxito se apoyan en los protocolos TCP/IP para la intercomunicación de redes de computadoras, lo que garantiza la posibilidad de integración a redes nacionales e internacionales.

Además, cuando se adquiere un sistema operativo UNIX, se adquieren también un conjunto de bibliotecas que forman la base para el desarrollo de aplicaciones, de nuevas bibliotecas y de utilerías de sistema. Adicionalmente UNIX representa una plataforma de desarrollo importante para los proveedores de software.

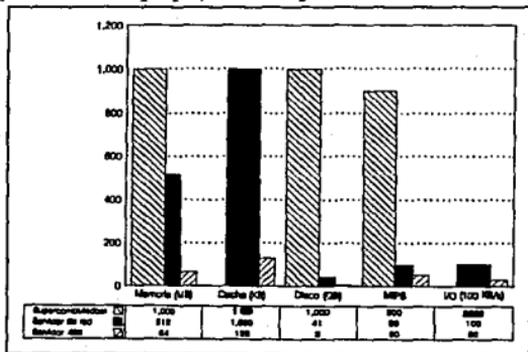
Capítulo 7 - Plan de Migración

Es importante la consideración sobre el tipo de arquitectura de redes que el equipo debe soportar. RedUNAM basa su funcionamiento en el conjunto de protocolos TCP/IP, por lo que es natural que se requiera de un sistema operativo cuyo desempeño utilizando TCP/IP sea robusto. Al elegir TCP/IP se asegura que el equipo logrará una total integración a la RedUNAM de manera transparente al usuario, lo que no ha sucedido con los equipos Unisys, cuyo protocolo nativo es BNA.

TCP/IP permite que se ejecuten aplicaciones con la misma interfase para el usuario, sin importar la plataforma de hardware que se tenga, por lo que a la vez UNIX ofrece bastante independencia sobre el hardware.

Por otra parte, la capacidad de expansión del equipo es sumamente importante para mantener la oferta de servicios. Es necesario, además, que el proveedor del equipo cuente con un buen servicio de soporte técnico y que existan una amplia gama de aplicaciones disponibles.

En la gráfica siguiente se muestran las características requeridas para este equipo, distinguiéndolo de otras plataformas:



Se observa claramente que el equipo requerido dista mucho de ser una supercomputadora y al mismo tiempo de un equipo con procesador 486.

Sería deseable, asimismo, comenzar con un equipo pequeño, que pudiese cumplir con los requerimientos empleando al máximo sus recursos en un año, ya que se espera que los usuarios vayan compenetrándose poco a poco en la nueva plataforma, y sería no muy benéfico iniciar la migración realizando una inversión fuerte en hardware, dado que estos equipos disminuyen la relación precio/rendimiento año con año.

Método de evaluación a seguir: factores ponderados

Ya se habló en el capítulo 5 que la aplicación de *benchmarks* a los equipos que puedan tener la configuración deseada es un buen método para la selección de equipo; sin embargo, tomando en cuenta que el servidor que se necesita para las aplicaciones de administración escolar es un máquina de nivel medio, y considerando que los costos en los que se incurriría para realizar las pruebas mencionadas, se presenta como opción más viable basarse en los reportes generados por cada proveedor. Además, en este caso en particular, el rendimiento del procesador no es el punto más importante a ser tomado en cuenta.

Dado el tipo de tareas que se requiere que el servidor realice, no importa mucho el proceso numérico, por lo que este factor no tendrá mucho peso en la elección, es decir, el peso que se le asigne a su rendimiento no es considerable para su elección. Existen otros aspectos de mayor importancia.

Debido a que se está realizando la selección de equipo para una institución educativa, es necesario que además se considere:

- Posibilidad de donaciones y descuentos especiales.
- Acuerdos ya establecidos con los proveedores.

Capítulo 7 - Plan de Migración

Estos dos puntos son muy importantes al considerar los costos que se van a generar con la compra del equipo. Además de considerar acuerdos establecidos con algún proveedor, se debe estudiar la posibilidad de lograr un nuevo acuerdo que beneficie a la UNAM en conjunto.

Dada la importancia académica e institucional de la UNAM, es muy posible que los proveedores estén dispuestos a realizar donaciones y descuentos especiales que le permitan en un futuro, tener mayor influencia en el mercado nacional.

Se presenta en la tabla 1 una evaluación general de equipos UNIX con características similares, tomando como base la información distribuida por el fabricante, sus antecedentes en la UNAM y datos recabados en la red Internet acerca de las diferentes plataformas.

Como resultado de analizar la tabla anterior, se eliminó el modelo de Silicon Graphics de la evaluación por no contar con datos suficientes sobre su capacidad de expansión, y se calificó con factores como se muestra en la tabla 2.

Como se puede observar en ésta última tabla, la puntuación más alta fue obtenida por el equipo Sun, lo que refuerza la selección de este equipo para el proyecto.

A continuación se presenta la tabla 3, donde se ubica al modelo seleccionado con otros modelos de la misma marca.

Es importante destacar que todos los modelos de Sun evaluados aquí soportan CD-ROM, unidades de cinta de 1/4" y 8 mm, ambiente gráfico, lenguajes de programación de tercera generación como C, C++, Fortran y COBOL e interfaces Ethernet a 10 Mb/seg y SCSI-2 (fast differential) a 10 MB/seg.

TABLA 1

	SUN SPARCserver 10/40	HP Apollo 715/50	SG Iris Indigo Entry Graphics	IBM RISC/6000 32H
RENDIMIENTO DE HARDWARE:				
MIPS	96.2	62		
MFLOPS	17.2	13		11.8
SPECmark89	n/a	69	24.7	43.4
SPECint92	52.6	36	23.9	21.5
SPECfp92	64.7	72	25.5	45.3
Velocidad del reloj (MHz)	40	50	33	25
Cache (KB)	36	96	64	32
FLEXIBILIDAD Y EXPANSION:				
Slots de I/O (SBus)	4	1		3
Ethernet (MB/seg)	10	10	10	10
SCSI (MB/seg)	10	5	10	5
RAM (MB)	512	256		128
Disco (GB)	41	68.6		8.8
Cinta	1/4" y 8 mm	Propietaria	1/4"	1/4", 4 y 8 mm
SOFTWARE:				
Sistema operativo	Solaris 2.1	HP-UX	Irix	AIX
COSTOS:				
Configuración base	20,016	10,550	11,672	19,209
Unidad de CD-ROM	738	779	966	1,908
GARANTIA:				
	1 año	1 año	90 días	1 año

TABLA 2

	DESEABLE	SUN SPARCserver 10/40	HP Apollo 715/50	IBM RISC/6000 32H
RENDIMIENTO DE HARDWARE:				
MIPS	70	1.00	0.89	0.86
MFLOPS	14	1.00	0.93	0.84
SPECmark89	56	1.00	1.00	0.78
SPECint92	37	1.00	0.97	0.58
SPECfp92	60	1.00	1.00	0.76
Velocidad del reloj (MHz)	50	0.80	1.00	0.50
Cache (KB)	64	0.56	1.00	0.50
FLEXIBILIDAD Y EXPANSION:				
Slots de I/O (SBus)	5	0.80	0.20	0.60
Ethernet (MB/seg)	10	1.00	1.00	1.00
SCSI (MB/seg)	10	1.00	0.50	0.50
RAM (MB)	256	1.00	1.00	0.50
Disco (GB)	25	1.00	1.00	0.35
Cinta	8 mm	1.00	0.00	1.00
SOFTWARE:				
Sistema operativo	Calidad y difusión	1.00	0.50	0.70
TOTALES		13.17	10.99	9.46

TABLA 3

	SPARCclassic server	SPARCserver 10/40	SPARCserver 10/52	SPARCcenter 2000
RENDIMIENTO DE HARDWARE:				
MIPS	59.1	96.2	107.3	
MFLOPS	4.6	17.2	19	
TFS	n/a	120	180	500
Velocidad del reloj (MHz)	50	40	45	
Procesadores	1	1	2	2 a 20
Cache (MB) por procesador	0.006	1	1	1
SOFTWARE:				
Sistema operativo	Solaris (System V Rel 4)	Solaris (System V Rel 4)	Solaris (System V Rel 4)	Solaris (System V Rel 4)
Conectividad: ONC,NPS,TCP/IP, MHS,OSI	Sí	Sí	Sí	Sí
COSTOS:				
Configuración básica (USD)	5,295	20,016	28,717	95,000
FLEXIBILIDAD Y EXPANSION:				
I/O (SEBus)	2	4	4	10
RAM (MB)	96	512	512	5,000
Disco (GB)	22	41	41	1,000
Terminales locales	50	200	200	

Sun es líder del mercado mundial de equipos UNIX, cubriendo el 45% del mercado de este tipo de equipos y servicios⁴⁴.

Sun cuenta ya con varios usuarios de sus equipos en la UNAM, y la experiencia con ellos es buena. Existen entre 300 y 400 estaciones de trabajo y servidores Sun en la Universidad, donde más de 200 se encuentran integradas a RedUNAM.

Recientemente, Sun México y Xerox Mexicana firmaron un convenio con el cual Xerox se convierte en el Centro de Soporte de Sun en México.

La experiencia en la UNAM con la atención que proporciona Xerox es buena, por lo que se espera que este comportamiento se reafirme como Centro de Soporte tanto en hardware como en software de los equipos Sun.

Se presenta también la posibilidad de que Sun México apoyase la creación de un centro de soporte técnico dentro de la UNAM.

7.2 Selección del manejador de base de datos.

Una vez definidas las necesidades para el caso en cuestión, se identificaron cuatro productos que pudieran cubrirlas satisfactoriamente:

- Oracle
- Sybase
- Informix
- Interbase

En una primera eliminación de productos, se descartó Oracle por su alto costo y por el gran consumo de recursos que necesita para su operación.

⁴⁴Datapro, McGraw-Hill, 1992.

Para evaluar a los proveedores de Sybase e Informix (NYX S.A. de C.V. e Informix Software de México, S.A. de C.V.), se estableció contacto con ellos y se recibieron visitas en las instalaciones universitarias de los representantes de ventas, donde presentaron el producto que distribuyen. Para conocer Interbase, se acudió a las oficinas del distribuidor en México, Qsist, S.A. de C.V.

No obstante, en la revista *DBMS* de diciembre de 1992⁴⁵ se encontró que en votación abierta de los lectores de la revista, se decidió lo siguiente.

- Informix 4GL obtuvo el primer lugar en lenguajes de cuarta generación para plataformas UNIX (ganando a 4GLs como Natural, de Software AG).
- Sybase SQL Server obtuvo el segundo lugar en la categoría de servidores de bases de datos para UNIX, detrás de Oracle por un breve margen.
- En facilidades para interoperabilidad, Sybase Open Server compartió el primer lugar con Oracle SQL*Net y Microsoft Open Data Services, ofreciendo APIs que sirven de enlace entre las aplicaciones y el servidor Sybase SQL Server.

Podemos concluir que, tecnológicamente, Sybase se mantiene a la vanguardia dentro de los servidores de base de datos, para ambientes altamente transaccionales.

Sin embargo, Informix ofrece muchas y muy variadas herramientas que facilitan el desarrollo de sistemas.

A continuación se presenta una tabla comparativa de los tres manejadores:

⁴⁵Revista *DBMS*, Readers' Choice Awards, *DBMS*, diciembre de 1992.

Capítulo 7 - Plan de Migración

	INFORMIX SQL / INFORMIX ONLINE	INTERBASE	SYBASE
DATOS DEL FABRICANTE Y DEL DISTRIBUIDOR:			
Compañía	Informix Software, Inc. (Fundada en 1980)	Borland Intl. (Adquirió Interbase al comprar Ashton Tate)	Sybase Inc. (Fundada en 1984)
Distribuidor en México	Informix Software de México, S.A. de C.V.	Qsist, S.A. de C.V.	NYX, S.A. de C.V.
Primera liberación	Marzo de 1985	Junio de 1986	1987
Próxima liberación	Verano de 1993	1993?	Junio de 1993 (versión 4.9.1)
Instalaciones (1991)	100,000 45,000 de ellas son instalaciones UNIX	10,000?	2,000
Instalaciones sobresalientes en México	SHCP	Registro Civil (manejo de imágenes), AMB, IPE	Bancomer, Bancrecer
PLATAFORMAS DE HARDWARE SOPORTADAS:	Más de 450 modelos, desde PCs hasta mainframes	Diversos equipos UNIX	18 marcas distintas (destacan Hewlett Packard, Compaq, DEC, Silicon Graphics y Sun)
COMPONENTES:			
Diccionario de datos	SI	SI	SI
Lenguaje de programación	SQL	N/D	Transact- SQL

	INFORMIX SQL / INFORMIX ONLINE	INTERBASE	SYBASE
Herramientas de desarrollo	EXTENSAS 4GL Forms builder Report writer Interactive query Menu builder Editor	DE TERCEROS	BUENAS SQL Tool Set
APLICACIONES:	Tradicionalas y de multimedia (requiere Informix-OnLine)	Tradicionalas y de multimedia	Tradicionalas y de multimedia
OLTP (Online Transaction Processing)	SÍ	SÍ (y OLCP-Online Complex Processing)	SÍ
DATA MANIPULATION LANGUAGE:			
TIPOS DE DATOS:	Array, Byte*, Character, Date, Datetime, Decimal, Float, Integer, Interval, Money, Record, Smallfloat, Smallint, Text*, Varchar* *Sólo con Informix OnLine	BLOBs, Date, Double-floating, Fixed-string, Long-integer, Missing, Multidimensional arrays, Nulls, Short-integer, Single-floating, Varying-string	Binary, Bit, Character, Datetime, Float, Image, Integer, Money, Nulls, Shortdatetime, Shortfloat, Smallint, Text, Timestamp, Tinyint, Varbinary, Varchar
Extensión de ANSI SQL	SÍ	SÍ	SÍ
4GL	SÍ	De terceros	SÍ
Llamadas desde 3GL	SÍ C, C++, COBOL, Pascal	SÍ C, C++, COBOL, FORTRAN	SÍ C, C++, COBOL, Pascal, FORTRAN
Procedimientos almacenados	SÍ	SÍ	SÍ
Triggers (Disparadores)	SÍ	SÍ	SÍ

Capítulo 7 - Plan de Migración

	INFORMIX SQL / INFORMIX ONLINE	INTERBASE	SYBASE
Características adicionales		Event alerters, arreglos multidimensionales	Multiprocesamiento simétrico
DISTRIBUTED DBMS:	Requiere Informix Star	Sí	Sí
Soporte a arquitectura cliente/servidor	Sí	Sí	Sí
Remote Procedure Calls (RPCs)	Sí	Sí	Sí
Two-phase commit	Sí	Sí	Sí
Confirmación de transacción (Replication)		Sí	Sí
CONTROLES DE INTEGRIDAD / SEGURIDAD:			
Validación de tipos	Sí	Sí	Sí
Integridad referencial	Sí	Sí	Sí
Reglas del negocio	Sí	Sí	Sí
Acceso	Sí Seguridad a nivel de campo		Sí Seguridad a nivel de campo
INTEROPERABILIDAD CON:	Oracle, Sybase, etc.		Oracle, DB2, Ingres, Informix, Rdb
ADMINISTRACION:			
Discos espejo	Sí		Sí
Recuperación por rollback	Sí	Sí	Sí
Respaldo en línea		Sí	Sí

Capítulo 7 - Plan de Migración

	INFORMIX SQL / INFORMIX ONLINE	INTERBASE	SYBASE
Reorganización en línea		SI	SI
SISTEMAS OPERATIVOS:	UNIX, MS-DOS, OS/2	UNIX	UNIX, OS/2
CARACTERISTICAS:			
Memoria requerida	DOS 5 MB UNIX 2 MB 640 KB por usuario	250 KB por usuario	8 MB 48 KB por usuario
Espacio en disco	DOS 4.5 MB UNIX 5.1 MB	8 MB	6 MB
Formato de archivo	Propietario	Propietario	SQL
Máximo número de bases de datos definidas por servidor	100	N/D	32,767
Tamaño máximo de una base de datos	N/D	N/D	Limitado por disco
Número máximo de tablas por base de datos	N/D	N/D	2 billones
Número máximo de columnas por tabla	32,767	N/D	250
Número máximo de índices por tabla	96		251
Máximo número de bases de datos afectadas por un UPDATE			8
Máximo número de bases de datos abiertas por un QUERY			16 (depende de memoria)

Capítulo 7 - Plan de Migración

	INFORMIX SQL / INFORMIX ONLINE	INTERBASE	SYBASE
Máximo número de bases de datos utilizadas en un JOIN	32,000 menos las bases de datos abiertas al momento del JOIN		16
COSTO DE ADQUISICION:			
Base	\$595 a \$170,000	\$2,300 a \$345,500	\$1,495 a \$256,160
Descuento a UNAM	80%		80%
Garantía	90 días		1 año
CAPACIDAD PARA SOPORTE TECNICO EN MEXICO:	Inicia	Inicia (5 personas)	Inicia (Buenas referencias)

Fuentes:

- Folletería de cada proveedor.
- *Data Based Advisor 1993 Buyer's Guide*, Data Based Advisor, mayo de 1993.
- *Datapro*, McGraw-Hill, octubre de 1991, enero de 1992.
- *Softwatch*, Data Based Advisor, mayo de 1993.
- *A new version of Interbase*, Database Programming & Design, febrero de 1993.
- *Tough competition in the DBMS market meets the topsy-turvy world of IS*, Database Programming & Design, abril de 1993.
- *RDBMS Vendor Update: Who's Who?*, Data Based Advisor, mayo de 1993.

En la DGSCA se tienen experiencias muy positivas con Informix, incluso ya existe personal muy competente en el uso del manejador. También existe la referencia de que Secretaría de Hacienda desarrolló en Informix su aplicación para control de contribuyentes, obteniendo resultados satisfactorios.

Las referencias en cuanto a Sybase también son muy positivas. Además, es socio tanto tecnológico como de capital de Microsoft, lo que siempre puede significar una garantía. En México, Bancomer lo probó durante más de dos años y finalmente decidió adoptarlo como manejador de bases de datos institucional.

Sobre Interbase se tienen pocos informes. En México va entrando al mercado de DBMSs; lo han adquirido recientemente el Registro Civil, el Instituto Federal Electoral y la Asociación Mexicana de Bancos.

A nivel mundial, Informix tiene mucha mayor participación en el mercado que Sybase. Sin embargo, debemos considerar que Informix maneja muchas más plataformas que Sybase, que principalmente opera en ambientes UNIX.

Por todo lo anterior, se recomienda la adquisición de Sybase por ser el servidor de bases de datos más optimizado para el ambiente que se va a utilizar, UNIX, y por ofrecer la mayor interoperabilidad tanto con otros servidores de bases de datos como con diversos front-ends y herramientas de desarrollo, en su gran mayoría no propietarias, lo que le permitirá adaptarse al entorno universitario donde la diversidad de software es común.

7.3 Plan de Migración

A continuación se presenta la propuesta del plan de migración para los sistemas de administración escolar, en el que se plantea un período de cuatro años para lograr un esquema de cómputo distribuido.

7.3.1 Definición de políticas y estándares

Se debe llegar a la generación de políticas y estrategias de cómputo capaces de satisfacer las necesidades a futuro con el objetivo de poner la información a disposición de los usuarios que la requieran en donde la necesiten, aún fuera del campus o del país, haciendo uso para ello de la infraestructura existente al menor costo posible.

Una deficiencia actual de los sistemas de administración escolar es la carencia de estándares para el diseño, creación e implementación de sistemas y bases de datos, lo cual dificulta la tarea de compartir información, dentro y fuera de la UNAM.

Se debe contemplar, previo a la conversión de los sistemas, la elaboración de un modelo de administración escolar en el que se consideren estándares para el intercambio de datos entre entidades y lineamientos generales que deben ser seguidos por las dependencias que generen sistemas de esta índole.

7.3.2 Selección de la aplicación piloto y demás aplicaciones que migrarán a la nueva plataforma

En la Dirección de Cómputo para la Administración Académica de la DGSCA se están obteniendo los recursos necesarios para contar con la infraestructura que permitiese, durante el primer año de la migración, automatizar los procedimientos de administración escolar de una dependencia universitaria.

Las características deseables de la dependencia donde se desarrollaría la aplicación piloto son:

- Carecer de un centro de cómputo propio, pues la experiencia marca que es difícil que una entidad externa resuelva desarrollos informáticos internos cuando en la organización existen unidades de informática; se pueden evitar problemas políticos si se inicia el trabajo en un área "virgen".
- Contar con una población escolar media o pequeña, esto con el fin facilitar el desarrollo de la aplicación en la parte de pruebas y puesta a punto.
- Sobre todo, es esencial contar con el consentimiento de las dependencias involucradas en el proceso:

- La propia facultad o escuela
- La Dirección General de Administración Escolar.
- La Dirección General de Servicios de Cómputo Académico.

No se podría asegurar el éxito de la implantación de la aplicación piloto sin el consenso de estas tres entidades.

Tras estudiar las condiciones actuales, se tienen dos dependencias candidatas:

- Escuela Nacional de Trabajo Social.
- Centro de Estudios en Lenguas Extranjeras.

La primera ofrece esa condición de "terreno no explorado" en cuanto a cómputo; la segunda, ha llegado incluso a solicitar apoyo, lo que proporciona mayores bases para comprometer el éxito del desarrollo.

Sólo restaría que los niveles directivos decidiesen la mejor opción, para poner en práctica el plan que se presentan en el punto 7.3.5.

7.3.3 Adquisición del hardware y software: Plan a cuatro años

Ya se habló en el punto 7.2 sobre la adquisición del software. Ahora bien, el plan para la adquisición de hardware se proyectó a cuatro años⁴⁶ y contempla las siguientes etapas:

⁴⁶Sin embargo, es difícil realizar una proyección aún a un plazo que puede parecer corto por la rapidez con que se dan los avances tecnológicos en cuanto a hardware se refiere.

Primer año

Adquirir un Sun SPARCserver 10/40 cuya configuración pueda llegar a ser saturada en un año, en el que se desarrollaría la aplicación piloto.

Se comenzaría en este año el análisis global del nuevo sistema de Registro y Control Escolar.

Al término de este primer año, realizar una evaluación calificando:

- El desarrollo de la aplicación piloto
- La repercusión que en el uso del equipo Unisys tuvo el equipo Sun
- Costos y beneficios

Segundo año

Si se obtienen resultados positivos de la evaluación del primer año, al siguiente año se plantearía hacer un upgrade al SPARCserver 10/40 e implementar servidores menores en DGAE y DGIRE.

Por otra parte, con la experiencia obtenida durante el desarrollo de la aplicación piloto, se estructuraría un sólido diseño para el nuevo sistema de Registro y Control Escolar.

Al término de este segundo año, se evaluaría:

- El desarrollo de otras aplicaciones, distinguiendo lo que hubiesen desarrollado DGAE y/o DGIRE
- El nivel de uso de los equipos UNIX comparándolo con el nivel del primer año
- Repercusiones en el uso de equipo Unisys
- Costos y beneficios

Tercer año

Al tercer año, y una vez que el SPARCcenter 2000 se convierta en un producto más robusto, se pensaría en adquirir uno, trasladando el SPARCserver 10 a DGAE, y el servidor menor de DGAE a algún otro gran usuario de servicios de cómputo para administración escolar.

Adicionalmente, tras dos años de capacitación y experiencia en el uso de nuevas herramientas de software, se realizaría la codificación del nuevo sistema de Registro y Control Escolar y se comenzaría con el plan de implementación de dicho sistema.

Se realizaría una evaluación similar a las anteriores al final del año.

Cuarto año

En este año se enfocarían los esfuerzos a consolidar el esquema de cómputo distribuido planteado en la alternativa 6 del capítulo anterior.

Una actividad importante sería la liberación y consolidación del nuevo sistema de Registro y Control Escolar de la UNAM.

En el momento en que se trasladaran todos los sistemas a UNIX, después de haber efectuado pruebas en paralelo para asegurar la funcionalidad y eficiencia de las nuevas aplicaciones, ya se pensaría en retirar al equipo actual del esquema, cuando su presencia ya no sea representativa en el entorno de proceso.

Se piensa que, durante estos cuatro años, las distintas dependencias usuarias adquirirían estaciones de trabajo que les ofrecieran un mejor ambiente de desarrollo en sus propias dependencias, para lo cual se haría necesario el crecimiento de RedUNAM.

Crecimiento de RedUNAM a dependencias usuarias de cómputo administrativo.

La infraestructura de comunicaciones existente en las dependencias afectadas por la migración debe adaptarse a las necesidades de transmisión; así como se incrementa la flexibilidad y poder de los equipos y sistemas, los requerimientos de transporte de datos demandan un sistema de comunicación eficiente. La administración de RedUNAM se debe comprometer a llevar la línea de comunicaciones hasta la puerta del edificio involucrado; de ahí en adelante los directivos deberían enfatizar su apoyo para organizar el cableado, equipo y sistemas que regirían por los próximos años de acuerdo con el crecimiento de sus actividades.

La reutilización de cableado en buen estado, incorporación de equipo escalable y de buena calidad, y empleo de protocolos estándares serán elementos importantes para el éxito del proyecto.

7.3.4 Reestructuración de las dependencias afectadas.

Poner en marcha el plan que se está comentando significaría, además, y como ya se ha comentado a lo largo de este trabajo, la inminente reestructuración de las dependencias afectadas, en el que como acción inmediata surge definir claramente la separación de las actividades de desarrollo de nuevos sistemas, con las de mantenimiento y producción de los sistemas ya existentes.

Considero que si esta reestructuración no se precisa, al cabo de un tiempo podríamos tener nuevo equipo y nuevo software de desarrollo pero manteniendo al personal involucrado en la dinámica de producción que no permite implementar ni siquiera programas de capacitación que pudiesen ser respetados.

7.3.5 Plan de trabajo para la aplicación piloto.

Una vez identificada la dependencia donde se desarrollaría la aplicación piloto, y habiéndose obtenido el consenso de las partes involucradas, como se comentó en el punto 7.3.2, se podría dar inicio al plan de trabajo que se presenta a continuación:

1. Entrevistas preliminares.
Tres semanas.
2. Análisis detallado de los requerimientos del sistema.
Cinco semanas.
3. Diseño preliminar.
Cuatro semanas.
4. Diseño detallado.
Seis semanas.
5. Codificación y pruebas.
Cinco semanas.
6. Pruebas de aceptación y liberación.
Tres semanas.

Se asumen aquí condiciones óptimas para el desarrollo del sistema donde, además de contar con la capacitación e infraestructura adecuada, sobre todo se contara con la cooperación del usuario final, dada la importancia del proyecto.

7.3.6 Plan de capacitación al personal.

Como se mencionó en el capítulo anterior, es importante invertir en la formación del personal dedicado a la administración

del equipo empleado y al desarrollo de los sistemas. Una vez que se haya definido el ambiente e interfases que los usuarios finales de los sistemas emplearán, se puede iniciar un plan de capacitación a estos usuarios; cuando se finalice el desarrollo del sistema piloto la capacitación se afinaría.

La importancia de definir un ambiente e interfases comunes entre los sistemas facilitaría la adaptación del usuario final y le daría continuidad al proyecto.

La selección de los cursos de los miembros de desarrollo de sistemas irían enfocados, primero, a presentar el nuevo ambiente de desarrollo, posteriormente a reafirmar técnicas de análisis y diseño de sistemas para finalmente atacar las nuevas herramientas de programación.

La selección del personal que conformaría el grupo de desarrollo se convierte en un factor crucial para el éxito del cambio. Dicha selección debe asegurar que el personal que forme parte del proyecto sea constante y verdaderamente se involucre en su compromiso con la universidad.

7.3.7 Establecimiento de controles y procedimientos de auditoría.

La Universidad Nacional Autónoma de México es una entidad cuya organización ha sido cuidadosamente planeada, bajo una dinámica que emprende reestructuraciones o nacimientos de nuevas dependencias cuando el entorno y las necesidades lo demandan.

Así como se cuenta en la UNAM con áreas de auditoría tanto contable como administrativa, se hace cada vez más necesaria la creación de una dependencia cuya finalidad sea la de auditar los sistemas y procedimientos informáticos de esta actividad que está creciendo a pasos agigantados.

Adicionalmente, y dado que con el establecimiento de nuevos sistemas de cómputo, seguramente varios procedimientos administrativos serían modificados, la aplicación de auditorías administrativas sería sumamente importante.

El objetivo de ambas medidas sería, principalmente, el de asegurar el control y buen funcionamiento tanto de los procedimientos como de los sistemas, con el fin de detectar errores a tiempo que nos ayuden a evitar caer en las mismas debilidades que tanto se han comentado a lo largo de este trabajo.

Capítulo 7 - Plan de Migración

CAPITULO 8

PERSPECTIVAS DE DESARROLLO

En términos generales la administración escolar en la UNAM, durante su historia, ha satisfecho en gran medida los requerimientos que se le han exigido. El personal que contribuye a ello posee una mística de trabajo sin la cual la función administrativa de la información escolar no sería posible.

Hoy, el conocimiento, los avances tecnológicos y la madurez que los años de experiencia dan, obligan a actualizar, modernizar y planear para tener los mejores elementos y garantizar el apoyo que la docencia necesita de la administración escolar, el servicio que profesores y alumnos demandan y el control que la Legislación Universitaria exige.

Realizar sistemas de administración escolar en una institución como la UNAM, en donde cada plantel, cada carrera, tienen particularidades y condiciones que se modifican constantemente, demandan desarrollos muy flexibles que permitan seguir el paso de la dinámica universitaria.

La administración escolar posee gran cantidad de información, misma que es posible explotar en beneficio de la evaluación y planeación de programas académicos, de planes de estudio y de la preparación que adquieren los alumnos.

El ofrecer mayor capacidad de cómputo y versatilidad en las aplicaciones, se da a la par de un crecimiento en las necesidades de las dependencias usuarias, con lo que localmente se requiere mayor control en los sistemas sin perder contacto con la entidad central.

Capítulo 8 - Perspectivas de desarrollo

Al ocurrir esto, cada dependencia se verá en la necesidad de adquirir equipo de cómputo similar -aunque de menor dimensión- al central, pero exigiendo se siga satisfaciendo su acceso a las bases de datos centrales, lo que implicará:

- Generar recursos humanos suficientemente capaces de soportar la carga adicional de trabajo.
- Contar con sistemas operativos y sistemas de aplicación robustos a aplicaciones distribuidas. En el caso de los sistemas operativos, actualmente se cuenta con un nivel aceptable de soporte a aplicaciones distribuidas, mismo que crecerá por las exigencias del mercado mundial.
- Disponer de los servicios de RedUNAM mayor tiempo, mejorando su eficiencia en ambientes productivos e incrementando su rendimiento con la incorporación de nuevas tecnologías.
- Incrementar la cultura computacional de los miembros de la comunidad haciéndolos participes de los avances de la informática.

Además de contar con bases de datos distribuidas a lo largo del campus universitario, muy probablemente la tendencia de los proveedores de fabricar equipos más rápidos y pequeños a un menor costo permitirá que existan localmente múltiples servidores, dedicándose cada uno a tareas específicas y que, cuando no puedan satisfacer las necesidades locales, se cuente con acceso a otros servidores que ofrezcan los servicios demandados.

En el futuro, una vez que se hayan migrado los sistemas a las nuevas plataformas, se debe aprovechar el recurso tecnológico para, entre otros puntos, avanzar en:

- a) Controlar de manera automática los diferentes planes de estudio, correspondientes a todas las carreras que se imparten en la UNAM, en el que se realicen acciones que entre otras cosas permita realizar automáticamente revisiones de estudios,

mejore la emisión de certificados de estudios y controle y ejecute de manera automática procedimientos como el de exámenes profesionales.

- b) Proveer a los tomadores de decisiones de sistemas flexibles para la obtención de consultas no planeadas.

Esto, si bien fomentará y permitirá la distribución y compartición de recursos, requerirá de administradores locales para cada dependencia conectada a este esquema, ya que se desea eliminar poco a poco los equipos mainframe cuya administración es centralizada.

El sistema operativo UNIX muy probablemente permanecerá, al igual que TCP/IP, en el gusto de las organizaciones que desean que su inversión no se pierda por no poder ser actualizada o por no ser compatible. Aún cuando existen fuertes rivales de UNIX como Windows NT y OSI para TCP/IP, a éstos les falta la madurez que la experiencia proporciona para funcionar eficientemente y adquirir fortaleza en el mercado.

Los DBMSs seguirán la tendencia del manejo orientado a objetos, favoreciendo el diseño y mantenimiento de aplicaciones. Los registros de estas aplicaciones incluirán campos del tipo imagen, voz, etc., lo que permitirá utilizar los recientes avances en multimedia para incorporar fotografías de alumnos, registro y reconocimiento de voz, digitalización de documentos, entre otras cosas, al mundo de información que se podrá manejar, con algoritmos de indexado y recuperación muy eficientes.

Esto último generará a su vez otros requerimientos, como el ampliar el ancho de banda de comunicaciones de 10 Mbps a tecnologías más veloces como FDDI (100 Mbps) para soportar la carga de información. La velocidad en el equipo de escritorio deberá ser mucho mayor a menor costo.

Capítulo 8 - Perspectivas de desarrollo

Debido a los altos volúmenes de información que se manejarán, y requiriendo mantener estables los registros históricos, será necesario emplear medios de almacenamiento opto-magnético como lectoras múltiples de CD-ROM, WORM y cintas de muy alta densidad.

La integración de herramientas y soporte de múltiples plataformas y periféricos, harán de estas tendencias un éxito si se aplican con cuidado y se sabe valorar la importancia de los sistemas administrativos de cómputo, inyectándoles recursos económicos tanto en el factor humano como en lo material, de manera oportuna.

CONCLUSIONES

El estudio que dio origen a este seminario de investigación incluye una serie de avances que lo hacen relevante para los responsables de la administración escolar en la UNAM.

Las propuestas que durante el desarrollo del trabajo se plantean permitirán a la UNAM obtener un cúmulo de beneficios, tanto a corto, mediano y largo plazo.

Quizás los beneficios más importantes sean los intangibles: adquirir nuevas tecnologías, incorporarlas al ambiente administrativo universitario y, mediante estas acciones, mejorar la eficiencia de la administración escolar en la UNAM.

Todo esto compensa la inversión que la UNAM tenga que realizar para llevar a cabo el cambio a una arquitectura de cómputo que facilite la implementación de sistemas distribuidos, en la que parece que el mainframe desaparecerá, no por ser obsoleto, sino por la poca flexibilidad que ofrece para las estrategias que se han definido a nivel institucional. En todo este proceso se busca que los beneficiados sean los usuarios, pues tendrán acceso a un universo de recursos de cómputo de manera transparente.

Este seminario de investigación es una muestra de las estrategias y políticas de las que se habla en el párrafo anterior, con las que se busca, entre otras metas, retomar el liderazgo en desarrollo de sistemas que la UNAM ha tenido.

Es importante también resaltar cómo es que al paso de los años ha evolucionado la manera como se selecciona una arquitectura de cómputo. Mientras que en el pasado lo más importante era el rendimiento (*performance*) del equipo, hoy nos preocupamos más por tener la seguridad de que la mayoría del software que se encuentra disponible en el mercado de mi interés, pueda correr en mi equipo, que a la vez debe ser capaz de comunicarse con otros equipos, en todos los niveles de las plataformas.

Conclusiones

No hubiera sido posible realizar este seminario de investigación si no hubiese recibido la formación que, como Licenciado en Informática, me ha permitido comprender tanto el entorno técnico como el punto de vista del usuario, y de esa manera identificar las necesidades de los usuarios, plantear alternativas de solución, evaluarlas y definir un camino a seguir, presentando una metodología para la relocalización de sistemas de cómputo que pueda además ser aplicada en otros casos y organizaciones.

El Licenciado en Informática debe ejercer una función social y crítica en el ámbito de su ejercicio laboral⁴⁷. Con la realización de este seminario de investigación he querido aportar elementos que coadyuven a resolver las necesidades de mi Universidad en materia de planeación, implementación y control de la función de informática, con el deseo de que el trabajo realizado trascienda y pueda ser referido por otras organizaciones del país. Para ello, se ha buscado fundamentar cada elemento sobre bases científicas, modelos comprobados e información objetiva, para apoyar el proceso de toma de decisiones sobre principios que permitan evaluar las consecuencias que pueden derivar de una decisión. Así, la labor de un Licenciado en Informática se ubica no sólo en la función de desarrollo de sistemas, sino también en la función directiva.

Con lo planteado en este seminario de investigación se sientan las bases del papel que puede llegar a desempeñar el cómputo en la administración universitaria. Queda ahora un horizonte amplísimo que explorar, con miras al siglo XXI, que presenta retos como la aplicación del Tratado de Libre Comercio y ante el cual la Universidad Nacional Autónoma de México debe estar preparada para responder con una dinámica agresiva y de liderazgo que la coloque y mantenga como la mejor universidad de América Latina.

⁴⁷Facultad de Contaduría y Administración, *Programas Analíticos Plan/85 Licenciatura en Informática*, 21-22.

APENDICE A

DESCRIPCION DEL SISTEMA AUTOMATIZADO DE REGISTRO Y CONTROL ESCOLAR

El actual Sistema de Registro y Control Escolar⁴⁸ está constituido básicamente por ocho archivos (algunos de ellos son de propósito múltiple), los cuales almacenan la información necesaria para mejorar la inscripción e historia académica de los alumnos. Por razones de facilidad en la operación, independencia de los procesos y de área de almacenamiento, se manejan tres juegos de archivos, usándose un juego para manejar la información de los alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), otro para el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y uno más para las Facultades y Escuelas a nivel Técnico y Licenciatura.

A cada uno de los archivos se le relaciona con un "Bloque". La información general contenida en cada uno de ellos se describe a continuación:

- Personas (Bloque I)

Contiene la información referente a los alumnos, como es su nombre, número de cuenta, escuela y carrera en la que está registrado y algunos datos complementarios, así como las ligas correspondientes a su inscripción y a su historia académica. También se guardan en este archivo los nombres de los profesores asociados a los grupos que son definidos cada período escolar.

- Materias (Bloque II)

Contiene la información referente a las materias, como es: su nombre, clave, nivel, créditos, semestre en que se debe cursar, así como la liga a los grupos asociados a las mismas.

⁴⁸Carrasco Aceves Luis Rodolfo, *Análisis y Diseño de un Sistema Computarizado de Administración Escolar* para UNAM, México 1988.

Apéndice A - Descripción del SARCE

- Grupos (Bloque II)

Almacena cada período escolar la información referente a los grupos como es: el número de alumnos en el grupo, así como la liga a los alumnos inscritos en ese grupo y la liga al profesor asociado.

- Escuelas (Bloque III)

Contiene la información referente a las Facultades y Escuelas, como es: su nombre, clave, número de alumnos inscritos, número de alumnos registrados, número de materias, así como las ligas correspondientes a los alumnos y a las materias existentes.

- Celdas (Bloque IV)

Es el archivo a través del cual se enlazan casi todos los archivos del sistema, teniendo cada registro una característica que lo diferencia de los demás, así como tres apuntadores, tal como se muestra en la página siguiente.

- Historias Académicas (Bloque IX)

Contiene la información de las materias que han cursado los alumnos como es: claves de la escuela, materia y grupo, tipo de examen, período escolar, calificación y el folio del acta donde consta esta información.

- Actas (Bloque XIV)

Contiene la información correspondiente a las actas de examen como es: clave de escuela, materia, grupo, período escolar, tipo de examen, folio, veinticinco números de cuenta y la calificación de cada alumno relacionado en el acta.

Apéndice A - Descripción del SARCE

TIPO DE CELDA	ATRIBUTO	APUNTADOR 1	APUNTADOR 2	APUNTADOR 3
Alumno Escuela	Cve-esc	I-PERS	0	Siguiente
Departamento Escuela	Cve-dep	No. materias	AP-CEL-M	Siguiente
Grupo Materia	Cve-gpo	I-GPO	Anterior	Siguiente
Materia Departamento	Cve-mat	I-MAT	Anterior	Siguiente
Cursando Alumno	Cve-mat	I-MAT	Ap-celda gpo-alum	Siguiente
Grupo Alumno	Cve-gpo	I-PERS	I-GPO	Siguiente
Otra Escuela Alumno	Cve-esc	AP-CURSA esta escuela	Siguiente misma escuela	Siguiente
Nombre Materia	Cve-mat	I-MAT	0	Siguiente
Otra Escuela	Esc-h	I-PERS	Siguiente misma escuela	Siguiente

TIPOS DE CELDAS

- **Dispersión:**

Dispersión de Números de Cuenta (Bloque VII)

Contiene los números de cuenta de los alumnos y su liga con el archivo de Personas; se utiliza para localizar directamente a un alumno, teniendo como dato su número de cuenta.

Dispersión de Claves de Materias (Bloque I)

Contiene los datos de la dispersión que son: escuela, materia y grupo, y su liga con el archivo de Materias o Grupos; se utiliza para localizar directamente una materia o grupo, teniendo como datos particulares la clave de la materia o la clave de la materia y el grupo, respectivamente.

Dispersión de Folios de Actas (Bloque XII)

Contiene los folios de las actas y su liga con el archivo de Actas; se utiliza para localizar directamente un acta de examen teniendo como dato el número de folio del acta.

Cada uno de los archivos está relacionado con uno o varios de los otros archivos. A continuación se describe la relación de cada uno de ellos con los demás.

- Personas

Los registros de alumnos son apuntados directamente por el archivo de Dispersión de Números de Cuenta e indirectamente por los archivos de Escuelas y Grupos a través del archivo de Celdas.

Los registros de profesores son apuntados directamente por el archivo de Grupos.

- Materias

Es apuntado directamente por el archivo de Dispersión Materias y por el archivo de Grupos, e indirectamente por el archivo de Escuelas a través del archivo de Celdas.

- Grupos

Es apuntado directamente por el archivo de Dispersión de Grupos e indirectamente por el archivo de Materias a través del archivo de Celdas.

- Escuelas

Es accesado en forma directa mediante la clave de la escuela, la cual direcciona el número de registro que ésta ocupa en el archivo.

- **Historias Académicas**

Es apuntado directamente por el archivo de Personas (registro de alumnos).

- **Actas**

Es apuntado directamente por el archivo de Dispersión de Actas y por el archivo de Grupos.

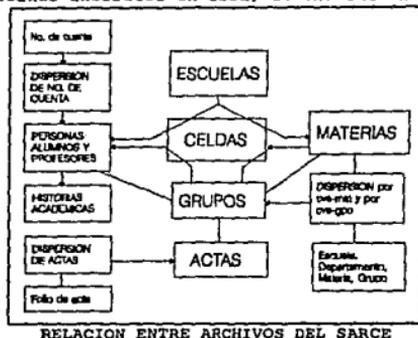
- **Celdas**

Es el enlace directo e indirecto con los archivos de Escuelas, Materias, Grupos y Personas. Este archivo, a base de ligas, contiene las inscripciones de los alumnos y es la base fundamental del sistema, tal y como se muestra en la tabla de Tipos de Celdas.

- La celda "Alumno-Escuela" se utiliza para relacionar -en forma encadenada- a todos los alumnos registrados en una misma escuela.
- La celda "Departamento-Escuela" se utiliza para relacionar a todos los departamentos asociados a una misma escuela; sin embargo, por razones que se desconocen, actualmente solamente se utiliza un Departamento identificado con el número 00.
- La celda "Grupo-Materia" es utilizada para el encadenamiento de todos los grupos asociados a una misma materia.
- La celda "Materia-Departamento" encadena todas las materias asociadas a un departamento (Actualmente son encadenadas al "único departamento").
- La celda "Cursando-Alumno" encadena todas las materias que cursa un alumno en un plantel.
- La celda "Grupo-Alumno" encadena a todos los alumnos que están inscritos en una misma materia-grupo.
- La celda "Otra-Escuela-Alumno" se utiliza para encadenar las materias que cursa un alumno inscrito en una escuela y registrado en otra.

Apéndice A - Descripción del SARCE

- La celda "Nombre-Materia" se utilizaba para ligar a las materias por su nombre, similar a la celda "Materia-Departamento" y, actualmente, también por razones desconocidas, no se usa.
- La celda "Otra Escuela" encadena a una escuela a todos los alumnos que, estando inscritos en ella, se encuentran registrados en otra.



RELACION ENTRE ARCHIVOS DEL SARCE

Con el objeto de hacer más clara esta relación entre archivos, se describirán los principales procesos⁴⁹ para dar de alta información al sistema presentándolos en orden cronológico:

- A) Alta de Escuela,
- B) Alta de Departamento,
- C) Alta de Materia,
- D) Alta de Alumno,
- E) Alta de Grupo,
- F) Alta de Profesor,
- G) Alta de Inscripción.
- H) Alta de Calificación.

Con la información actualizada en los archivos es posible generar reportes, de ellos se presentan los principales:

⁴⁹Carrasco Aceves Luis Rodolfo, Sistema Computarizado de Administración Escolar de la UNAM, Memorias de la Primera Conferencia Internacional "Las Computadoras en Instituciones de Educación Superior", México, marzo de 1985.

- a) Relación de Materias,
- b) Directorio de Alumnos,
- c) Listas de Asistencia,
- d) Relación de Materias por Alumno,
- e) Actas de Examen,
- f) Relación de Materias y Grupos,
- g) Historias Académicas y Reportes de Calificaciones.

Adicionalmente se describirá la forma de realizar consultas al sistema presentando las más usuales:

- h) Consulta de una Escuela,
- i) Consulta de una Materia,
- j) Consulta de un Grupo,
- k) Consulta de un Alumno.

Con esto se habrá descrito prácticamente todo el funcionamiento del sistema, lo cual permite visualizar las ventajas y desventajas del mismo mencionadas en el capítulo 4.

A) Alta de Escuela

Este es el proceso inicial del sistema ya que todos los subsecuentes están referidos al archivo de Escuelas.

Proceso:

Por ser la clave de la escuela el número de registro en el archivo de Escuelas (Bloque III), simplemente se verifica que el registro esté disponible y se graba la información correspondiente.

B) Alta de Departamento

Con este proceso se pretendía asociar a todos los departamentos (carreras) existentes en una escuela, de tal manera que a estos departamentos se les asociaran sus materias. Por razones desconocidas sólo se da de alta el departamento 00 y a éste se le asocian todas las materias de la escuela.

Apéndice A - Descripción del SARCE

Proceso:

Se verifica que exista la escuela a la que se va a asociar al Departamento y se ligan la Escuela y el Departamento por medio del archivo de Celdas.

C) Alta de Materia

Este proceso genera un registro en el archivo de materias con la información general de ésta. Se liga este registro a la escuela y se dispersa la clave de la materia para su relocalización posterior.

Proceso:

1. Se busca, por medio de la escuela, el departamento al que se asociará la materia a través del archivo de Celdas.
2. Por medio de la Dispersión de Claves de Materias se verifica que no haya sido dada de alta con anterioridad.
3. Se ligan el registro de dispersión con el registro (secuencial) del archivo de Materias.
4. Se ligan el registro de materia a través del archivo de Celdas con la celda de "Departamento-Escuela" correspondiente.

D) Alta de Alumno

Con este proceso se registra a cada uno de los alumnos de la Institución en su escuela, de tal manera que sea posible conocer quiénes están registrados y en qué plantel. En este proceso es creado un registro en el archivo de Dispersión de Números de Cuenta para poder relocalizarlo posteriormente.

Proceso:

1. Se verifica que exista la escuela a la que ha de asociarse el alumno.

2. Por medio de la Dispersión de Números de Cuenta se verifica que el alumno no haya sido dado de alta con anterioridad.
3. Se asocia el registro de dispersión al registro (secuencial) del archivo de Personas.
4. Se encadena el registro del alumno con la escuela, por medio del archivo de Celdas.

E) Alta de Grupo

En este proceso se liga el grupo a la materia a través del archivo de Celdas, y se dispersa la clave de la materia-grupo para su localización posterior.

Proceso:

1. Por medio de la Dispersión de Claves de Materias se localiza la materia a la que corresponde el grupo.
2. Por medio de la misma dispersión se verifica que el grupo no haya sido dado de alta con anterioridad.
3. Se enlazan el registro de dispersión con el registro (secuencial) del archivo de Grupos.
4. Se encadena el registro del grupo con la materia por medio del archivo de Celdas.

F) Alta de Profesor

Con esta alta se guarda -como referencia-, el nombre del profesor que impartirá una materia en un grupo específico durante un período escolar.

Proceso:

1. Se busca por medio de la Dispersión de Claves de Materias el grupo al cual deberá asociarse el profesor.
2. Se apunta el registro (secuencial) del archivo de Personas al grupo.

G) Inscripción de Alumnos

Este es uno de los procesos más importantes del sistema, ya que de él depende la emisión de listas de asistencia, actas de examen, tiras de materias, etc.

Proceso:

1. Se busca por medio de la Dispersión de Números de Cuenta que exista el alumno al cual se pretende inscribir.
2. Se verifica a través de la Dispersión de Claves de Materias que exista la materia a la cual se desea inscribir.
3. Mediante la misma dispersión se verifica que exista el grupo al cual se desea inscribir.
4. Se encadena por medio del archivo de Celdas el alumno con la materia-grupo.
5. También se encadena el registro del grupo con la Celda "grupo-alumno".
6. Por último se enlaza el registro del alumno a la celda del grupo correspondiente.

H) Alta de Calificaciones

Al finalizar el período escolar las actas de examen ya calificadas son captadas por medio de un lector óptico. En este proceso se lee el folio del acta y las calificaciones asentadas por los profesores.

Con el resultado de esta lectura se actualizan los registros de actas que fueron creados al ser generadas las actas y se crea un archivo intermedio que contiene los movimientos (de altas) a la historia académica de los alumnos.

Proceso:

Apéndice A - Descripción del SARCE

1. Se verifica que exista el número de cuenta del alumno mediante la dispersión de números de cuenta.
2. Se lee el registro del alumno a partir del apuntador contenido en la dispersión de números de cuenta y se toma el apuntador al primer registro de la Historia Académica del alumno.
3. Se verifica que exista la materia que se desea dar de alta, mediante la dispersión de claves de materias.
4. Se lee la historia académica del alumno (considerando que existen hasta 15 materias por registro) y se verifica que proceda el alta de la materia según la reglamentación correspondiente.
5. Se procede a registrar la materia en la Historia Académica.

Se describirán ahora los principales procesos de emisión de reportes, en el siguiente orden:

- a) Relación de Materias.
- b) Directorio de Alumnos.
- c) Listas de Asistencia.
- d) Relación de Materias por Alumno
- e) Actas de Examen.
- f) Relación de Materias y Grupos.
- g) Historias Académicas y Reportes de Calificaciones.

Todos estos reportes se emiten por escuela.

a) Relación de Materias

Con esta emisión se obtiene una relación de todas las materias con que cuenta una escuela. Se mostrará la forma en que se extrae la información para clasificarla y después imprimirla en el formato requerido.

Proceso:

1. Del registro de la escuela se toma el apuntador al departamento.

Apéndice A - Descripción del SARCE

2. Con el apuntador se lee la celda "Departamento-Escuela" correspondiente y se toma el apuntador a la primer materia.
3. Se lee la celda "Materia-Departamento" correspondiente y se toma el apuntador al registro de materia y el apuntador a la siguiente celda de "Materia-Departamento".
4. Se lee el registro de materia de donde se toman los datos necesarios para el reporte.
5. Con el apuntador a la siguiente celda de "Materia- Departamento" se repiten los pasos 3 y 4 hasta que el apuntador a la siguiente celda de "Materia-Departamento" sea igual a cero.

b) Directorio de Alumnos

La extracción de la información para este directorio es idéntica para otros procesos en los que se obtiene información de los alumnos de una escuela.

Proceso:

1. Del registro de la escuela se toma el apuntador al primer alumno.
2. Con el apuntador se lee la celda de "Alumno-Escuela" donde se toma el apuntador al registro de personas y el apuntador al siguiente alumno de esa escuela.
3. Se lee el registro de personas (alumno) para tomar de él los datos necesarios para el reporte.
4. Con el apuntador al siguiente alumno de la escuela se repiten los pasos 2 y 3 hasta que el apuntador al siguiente alumno de la escuela sea igual a cero.

c) Listas de Asistencia.

Con este proceso se proporciona a los profesores una lista de todos los alumnos que se inscribieron en su grupo.

Proceso:

Apéndice A - Descripción del SARCE

1. Del registro de la escuela se toma el apuntador al departamento.
2. Se lee la celda de "Departamento-Escuela" y se toma el apuntador a la primer materia de la escuela.
3. Se lee la celda de "Materia-Departamento" y se toma el apuntador al registro de materia y el apuntador a la siguiente celda de "Materia-Departamento".
4. Se lee el registro de materia y se toman los datos necesarios para la lista y el apuntador al primer grupo de esa materia.
5. Con el apuntador se lee la celda de "Grupo-Materia" correspondiente, se toma el apuntador al grupo y el apuntador a la siguiente celda de "Grupo-Materia".
6. Se lee el registro de grupo de donde se toman: el apuntador al profesor, el apuntador al primer alumno del grupo y los datos necesarios para el listado.
7. Con el apuntador al profesor se lee el registro de personas de donde se toma el nombre del profesor.
8. Con el apuntador al alumno se lee la celda de "Grupo- Alumno" y se toman el apuntador al alumno y el apuntador a la siguiente celda de "Grupo-Alumno".
9. Con el apuntador al alumno se lee el registro de personas de donde se toman los datos necesarios para la lista.
10. Con el apuntador al siguiente alumno se repiten los pasos 8 y 9 hasta que el apuntador al siguiente alumno sea igual a cero.
11. Se clasifican por nombre los datos de los alumnos y se imprime la lista de asistencia de ese grupo.
12. Con el apuntador al siguiente grupo se repiten los pasos del 5 al 11 hasta que el apuntador al siguiente grupo sea igual a cero.
13. Con el apuntador a la siguiente materia se repiten los pasos del 3 al 12 hasta que el apuntador a la siguiente materia sea igual a cero.

d) Comprobante de inscripción.

Este documento ha recibido los nombres de "Tira de Materias" "Relación de Materias por Alumno" y "Registro de Asignaturas".

Con este proceso se proporciona a los alumnos una relación de las materias-grupo en que se encuentran inscritos.

Proceso:

Se siguen los mismos pasos utilizados para el directorio de alumnos de una escuela pero cuando tenemos el registro de alumnos (paso 3) el proceso continúa como sigue:

1. Del registro del alumno se toma el apuntador a la celda de "Cursando-Alumno".
2. Se lee la celda de "Cursando-Alumno" y se toma la clave de la materia así como el apuntador al registro de materia, el apuntador a la celda de "Grupo-Alumno" y el apuntador a la siguiente celda "Cursando-Alumno".
3. Se lee el registro de materia usando el apuntador de materia tomando de celdas y se obtienen los datos necesarios para el listado.
4. Se lee la celda de grupo usando el apuntador de celda "Grupo-Materia" y de ahí se obtiene la clave del grupo.
5. Se repiten los pasos 2 a 4 usando la celda de "Cursando-Alumno" hasta que el apuntador a la siguiente celda sea igual a cero.

e) Actas de Examen

Con este proceso se proporciona un documento para hacer constar que un grupo de alumnos ha cursado una materia, de tal manera que sea posible certificar la inscripción y evaluación del curso.

Proceso:

La extracción de información para la generación de actas de examen es exactamente igual al de las listas de asistencia.

Las diferencias entre una lista de asistencia y un acta de examen son las siguientes:

- Restricción en el número de alumnos por acta de examen (25 máximo),
- Datos en el encabezado del acta,
- Generación de un archivo conteniendo la imagen del acta así como de un registro de dispersión para poder localizar los folios de acta generados y
- Apuntador del grupo a la primer acta.

Una vez extraída la información se realizan los siguientes pasos:

1. Se asigna el folio de acta y se busca en el archivo de Dispersión de Actas para verificar que no ha sido asignado anteriormente.
2. Se graban los números de cuenta de los alumnos en el registro del archivo (secuencial) de actas.
3. Se liga la dispersión del folio de acta con el archivo de actas.
4. Se liga el grupo con el registro correspondiente a la primer acta.

f) Relación de Materias y Grupos

Este tipo de reporte es un auxiliar en las escuelas para saber qué materias y grupos son utilizados en un período escolar y poder programar las materias y grupos para el período siguiente o para ajustar los ya existentes.

Proceso:

1. Del registro de la escuela se toma el apuntador al departamento.
2. Se lee la celda de "Departamento-Escuela" y se toma el apuntador a la primer materia.

Apéndice A - Descripción del SARCE

3. Se lee la celda de "Materia-Departamento" y se toma el apuntador al registro de materia así como el apuntador a la siguiente celda de "Materia-Departamento".
4. Se lee el registro de materia y se toma el apuntador al grupo así como el apuntador a la siguiente celda de "Grupo-Materia".
5. Se lee la celda de "Grupo-Materia" y se toma el apuntador al grupo así como el apuntador a la siguiente celda de "Grupo-Materia".
6. Se lee el registro de grupo de donde se toma el apuntador al profesor.
7. Se lee el registro de personas correspondiente al profesor y se toma el nombre.
8. Se repiten los pasos 5 a 7 hasta que el apuntador a la siguiente celda de "Grupo-Materia" sea igual a cero.
9. Se repiten los pasos 3 a 8 hasta que el apuntador a la siguiente celda de "Materia-Departamento" sea igual a cero.

g) Historias Académicas y Reportes de Calificaciones.

Una vez actualizado el archivo de Historias Académicas se procede a emitir un Reporte de Calificaciones o una Historia Académica, según sea el caso.

El Reporte de Calificaciones consiste en presentarle al alumno las materias que cursó en el semestre inmediato anterior así como las calificaciones que obtuvo en cada una de ellas.

En la Historia Académica se le presentan al alumno los créditos que debe cubrir y los que lleva cubiertos, su promedio, así como todas y cada una de las materias que ha cursado, ya sea en curso ordinario o en examen extraordinario indicando el año y semestre en que fueron cursadas y las calificaciones obtenidas.

A continuación se muestra cómo se obtiene la historia académica de los alumnos de una escuela.

Proceso:

1. Del registro de la escuela se toma el apuntador al primer alumno.
2. Con el apuntador se lee la celda de "Escuela-Alumno" de donde se toma el apuntador al registro de personas y el apuntador al siguiente alumno de la escuela.
3. Se lee el registro del alumno de donde se obtiene el apuntador a historia académica así como los datos necesarios para la emisión.
4. Se lee el registro de historia académica de donde se extraen los datos de las materias que ha cursado el alumno y el apuntador al siguiente registro de historia académica.
5. Con los datos de la materia se busca ésta en el archivo de dispersión de claves de materia de donde se toma el apuntador a la materia.
6. Se lee el registro de materia para obtener los datos de la misma.
7. Se repiten los pasos 5 y 6 hasta 15 veces (ya que en cada registro hay capacidad para 15 calificaciones).
8. Con el apuntador al siguiente registro de historia académica se repiten los pasos del 4 al 7 hasta que el apuntador sea igual a cero.
9. Con el apuntador al siguiente alumno de la escuela se repiten los pasos 2 al 8 hasta que el apuntador sea igual a cero.

Para terminar con la descripción de procedimientos, se mencionan ahora los referentes a las consultas que ya se habían citado anteriormente.

- h) Consulta de una Escuela,
- i) Consulta de una Materia,
- j) Consulta de un Grupo,
- k) Consulta de un Alumno.

h) Consulta de una Escuela.

Mediante este procedimiento se obtienen los datos de una Escuela, algunos de los cuales son: su nombre, clave, número de alumnos registrados, número de alumnos inscritos, número de materias que tiene registradas, etc.

Proceso:

1. Con la clave del Plantel se lee directamente su registro.
2. Se obtienen los datos requeridos.

i) Consulta de una Materia

Con este procedimiento se obtienen los datos de una materia de una escuela determinada, algunos de los cuales son: su nombre, clave, créditos, nivel, semestre en el que se encuentra ubicada en el plan de estudios, número de grupos que tiene declarados así como información de todos esos grupos.

Proceso:

1. Con las claves de la Escuela y la Materia y por medio de la Dispersión de Claves de Materias, se obtiene el apuntador a la materia.
2. Se lee el registro de la materia y se obtiene los datos requeridos.
Si se desean conocer los grupos de la materia:
3. Se toma el apuntador al primer grupo.
4. Con el apuntador se lee la celda Grupo-Materia correspondiente y se toman el apuntador al grupo así como el apuntador a la siguiente celda Grupo-Materia.
5. Se lee el registro del grupo de donde se pueden obtener algunos datos como son: el apuntador al profesor, el apuntador al primer alumno del grupo, el cupo inicial del grupo, al número de alumnos inscritos en él, etc.

6. Se repiten los pasos 4 y 5 hasta que el apuntador a la siguiente celda Grupo-Materia sea igual a cero.

j) Consulta de un Grupo

Con este procedimiento se obtienen los datos de un grupo, algunos de los cuales son: apuntador a la materia a la que pertenece, cupo inicial del grupo, número de alumnos inscritos, apuntador al primer alumno, apuntador al profesor, etc.

Proceso:

1. Con las claves de la Escuela, Materia y Grupo y a través de la rutina de dispersión se obtiene el apuntador al grupo.
2. Se lee el registro del grupo y se obtienen los datos requeridos.
Si se desea conocer a los alumnos del grupo:
3. Se toma el apuntador al primer grupo:
4. Se lee la celda Grupo-Alumno correspondiente y se toma el apuntador al alumno así como el apuntador a la siguiente celda Grupo-Alumno.
5. Se lee el registro del alumno de donde se obtienen los datos requeridos.
6. Se repiten los pasos 4 y 5 hasta que el apuntador a la siguiente celda Grupo-Alumno sea igual a cero.

k) Consulta de un Alumno.

Por medio de este procedimiento se obtienen los datos de un alumno, algunos de los cuales son: su nombre, escuela en que está registrado, carrera que está cursando, materias en que está inscrito e historia académica.

Apéndice A - Descripción del SARCE

Proceso:

1. Con el número de cuenta, a través de la Dispersión de números de Cuenta, se obtiene el apuntador al alumno.
 2. Se lee el registro del alumno y se obtiene la información requerida.
- Si se desea la Historia Académica:
3. Se toma el apuntador a historia académica.
 4. Se lee el registro de historia académica y se obtienen los datos de las materias que el alumno ha cursado así como el apuntador al siguiente registro.
 5. Con la clave de la materia se busca ésta en el archivo de dispersión de donde se obtiene el apuntador a la materia.
 6. Se lee el registro de materia para obtener los datos de la misma.
 7. Se repiten los pasos 5 y 6 hasta 15 veces mientras los datos de las materias sean diferentes de cero.
 8. Con el apuntador al siguiente registro de historia académica se repiten los pasos 4 y 7 hasta que el apuntador sea igual a cero.

Si se desean obtener las materias que cursa un alumno, se siguen los pasos del inciso d (Relación de Materias por Alumno).

Con estos procesos se cubren todos los requerimientos académico-administrativos manejados por este sistema.

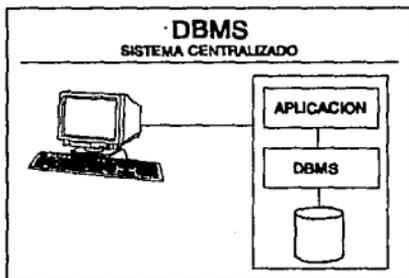
APENDICE B

PAPEL DEL DBMS EN DIVERSOS ESQUEMAS DE COMPUTO

El papel que juega un manejador de bases de datos (DBMS), en los distintos tipos de esquemas vistos en el capítulo 4⁵⁰, se puede apreciar en las siguientes figuras:

a) Sistema centralizado

En él, el DBMS reside en el computador central, donde también se encuentra la aplicación y la base de datos física:

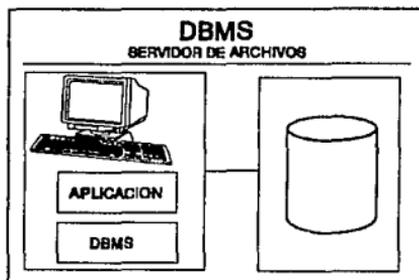


b) Servidor de archivos

Un servidor de archivos, a diferencia de un servidor de discos, cuenta con bloque y control sobre escrituras; sin embargo, tanto la aplicación como el DBMS residen en el cliente, por lo que viajan archivos enteros por la red, tal como se explicó en el capítulo 4, lo que origina tráfico intenso por la misma.

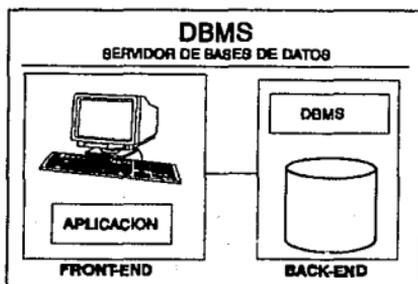
⁵⁰Atre Shaku, *Distributed Databases, Cooperative Processing, & Networking*, McGraw-Hill, 1992.

En el servidor sólo reside la base de datos física:



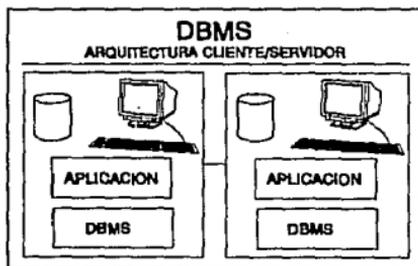
c) Servidor de bases de datos

En este esquema, la aplicación reside en el cliente, y la base de datos física junto con el DBMS en el servidor, con lo que disminuye el tráfico en la red al viajar sólo los datos necesarios para que la aplicación los presente al cliente:



d) Arquitectura cliente/servidor

Tal y como se explicó en el capítulo 4, esta arquitectura promueve el proceso de aplicaciones o de partes de éstas ya sea en el cliente o en el servidor, por lo que idealmente se tendría un esquema como el que sigue:



Apéndice B - Papel del DBMS en diversos esquemas de cómputo

APENDICE C

EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE EQUIPOS DE COMPUTO

Algunos métodos establecidos para la evaluación del rendimiento de un equipo, están comprendidos en tres grupos⁵¹:

- a) Modelos técnicos:
 - modelos estructurales
 - modelos funcionales
 - modelos de rendimiento
- b) Simulación
 - simulación estocástica
 - simulación de rastreo dirigido
- c) Modelos de análisis a través de una carga de trabajo
 - mezclas
 - pruebas de rendimiento (*benchmarks*)
 - benchmarks sintéticos
 - rastreos
 - modelos probabilísticos de cargas de trabajo
 - conductores interactivos del sistema (*drivers*)

Para cada uno de ellos se describirá a groso modo las ventajas y desventajas que existen en su aplicación.

Posteriormente se describen también los elementos existentes para la medición del comportamiento de los equipos, a los cuales se les denomina comúnmente monitores. Se definen los diferentes monitores existentes tanto de hardware como de software, así como sus características.

⁵¹Banuet y Quijano, *Evaluación de Equipos de Cómputo para la UNAM, México* 1980.

Modelos teóricos

El rendimiento de un sistema de cómputo puede ser estudiado en diferentes parámetros, diferentes eventos y diferentes relaciones que caracterizan el comportamiento del sistema y la influencia en su rendimiento. El análisis de un sistema es solamente el análisis de un modelo particular del sistema, cada modelo describe un nivel determinado de análisis.

Existen diferentes modelos teóricos que pueden ser utilizados en varias etapas durante la evaluación del rendimiento de un sistema. Estos modelos pueden ser divididos en general en tres clases diferentes:

- Modelos estructurales
- Modelos funcionales
- Modelos de rendimiento

a) Modelos estructurales:

Un modelo estructural es la descripción de los componentes de un sistema y sus conexiones. Los modelos estructurales son representados frecuentemente por diagramas de bloque.

Los modelos estructurales son, en algunas ocasiones utilizados en la simulación de sistemas de cómputo.

b) Modelos funcionales:

Los modelos funcionales usados en el análisis del rendimiento de un sistema pueden dividirse en cuatro grupos:

- Modelos de diagramas de flujo
- Modelos de estados finitos
- Redes paralelas
- Modelos de colas

Los modelos de diagramas de flujo son útiles para estudiar la eficiencia de los programas y sus requerimientos al momento de la ejecución. Un diagrama de flujo es representado por una gráfica donde cada modelo determina una tarea a ejecutar por la computadora, y cada arco-conector muestra el posible flujo de control entre las tareas.

Un modelo de estados finitos puede ser usado para analizar la utilización de los recursos de un sistema. Un modelo de estados finitos también puede ser representado por una gráfica, sin embargo, los nodos aquí representan a un estado (sistema) y los arcos, a la transición entre los estados.

Las redes paralelas son modificaciones de las "Petri-Nets". Las redes paralelas son gráficas con dos diferentes tipos de nodos: transiciones y lugares. Lugares con arcos direccionados a una transición son condiciones que deben de ser satisfechas concurrentemente para que la transición ocurra. Bajo estas condiciones, pueden ocurrir diferentes transiciones simultáneamente.

En los modelos de colas, un sistema de computación es un conjunto de recursos y colas asociadas a ellos. Cuando un trabajo entra al sistema, se le asocia a una cola donde espera hasta que puede utilizar el recurso. Una vez procesado el requerimiento, el trabajo deja el sistema o entra otra vez en alguna cola (pudiera ser la misma). En los modelos de colas se enfatiza en el flujo a través del sistema, pero también permite observar el estado del sistema. Los modelos de colas son los modelos más utilizados en el análisis del rendimiento de una computadora.

c) Modelos de Rendimiento

Los modelos de rendimiento se dividen en dos: analíticos y empíricos. Un modelo analítico de rendimiento es la expresión matemática de la relación $p=Sp(w)$ donde p es el

parámetro del rendimiento que se desea evaluar, w la carga de trabajo y S_p la función que define el comportamiento del modelo. El modelo funcional representado debe captar la estructura básica del sistema y la carga de trabajo analizada debe mantener las características básicas de la carga de trabajo real, además el modelo debe ser matemáticamente manejable.

Los modelos analíticos son comúnmente orientados al análisis de la administración de un recurso específico del sistema como el CPU, manejo de memoria u organización de archivos. Los modelos analíticos han sido desarrollados también para estudiar los conflictos de memoria en sistemas de multiproceso, como una función de la configuración del sistema y las estrategias para asignación de memoria.

El modelo empírico de rendimiento es obtenido del análisis de datos empíricos. Al contrario del modelo analítico, que es derivado de una descripción matemática de un modelo funcional específico, el modelo empírico se construye de la observación de valores obtenidos en los diferentes parámetros de medición (p) y las características observadas en la carga de trabajo (w). La función S_p puede ser expresada de diferentes formas, la representación más frecuente es una tabla o gráfica.

Simulación

La técnica de simulación puede verse como una combinación de un modelo y mediciones. El proceso de simulación requiere de un modelo del sistema, un modelo de la carga de trabajo y un simulador. El simulador es un mecanismo que simula el comportamiento de un sistema especificado por un modelo funcional de dicho sistema y la carga de trabajo, y entrega como resultado los datos necesarios para el análisis del rendimiento. El modelo de rendimiento del sistema es derivado empíricamente, como lo es en el caso de mediciones en un sistema real.

El nivel de detalle incluido en el modelo de simulación debe ser considerado con sumo cuidado. Un simulador basado en pocos detalles puede no reflejar resultados confiables. Sin embargo, mientras más detalles son incluidos, la simulación se vuelve más costosa, tanto en desarrollo como en uso.

a) Simulación Estocástica

Los simuladores de sistemas de cómputo pueden ser clasificados de acuerdo a la representación de la carga de trabajo. En la simulación estocástica (Monte Carlo), la carga de trabajo es descrita por distribuciones probabilísticas. La demanda de recursos del modelo de sistema simulado es generada por muestras aleatorias de distribuciones específicas. Por lo tanto, un buen generador de números aleatorios es esencial en una simulación estocástica.

b) Simulación de rastreo dirigido (Trace Driven Simulation)

El mecanismo utilizado en la simulación estocástica genera la demanda de recursos que maneja el modelo del sistema con números aleatorios de un conjunto de distribuciones. Alternativamente la carga de trabajo de un sistema de cómputo simulado, puede ser representada por una secuencia determinística de la demanda de recursos.

Modelos de análisis a través de una carga de trabajo

El rendimiento es la reacción de un equipo a una carga de trabajo particular. Por lo tanto es esencial usar la o las cargas de trabajo correctas para evaluar un sistema, y que la caracterización de dicha carga sea suficientemente representativa para medir todos los factores que sean significativos.

Un modelo de carga de trabajo sirve como una carga de trabajo guía para equipos reales cuando se están efectuando experimentos de rendimiento o como una entrada a un modelo del sistema a ser evaluado. El propósito de usar modelos de carga de trabajo es:

- Proveer una carga de trabajo representativa de comparar rendimientos en la evaluación de diferentes sistemas.
- Proveer un ambiente controlable y reproducible para experimentos de optimización del rendimiento de un equipo.
- Presentar la carga de trabajo de un sistema en la forma requerida por el modelo de dicho sistema.
- Reducir la cantidad de datos que se desean analizar.

Existen diferentes modelos de cargas de trabajo que pueden ser utilizadas. A continuación se mencionarán en mayor detalle algunas de ellas.

a) Mezcla

Una mezcla especifica el uso relativo de diferentes tipos de instrucciones en una aplicación particular. Dado que cada instrucción puede llevarse diferente tiempo en su ejecución, el rendimiento del total de instrucciones de un procesador, debe ser evaluado respecto al conjunto de instrucciones requeridas.

b) Prueba de Rendimiento (*benchmarks*)

Un *benchmark* es definido como "el punto de referencia sobre el cual pueden llevarse a cabo mediciones". Un *benchmark* puede ser una instrucción, un programa especial o una secuencia de llamadas a algunos componentes seleccionados del software.

Sin embargo, en la mayoría de los casos el término *benchmark* es usado para referenciar un trabajo o conjunto de trabajos que representan una carga de trabajo típica para el sistema que se desea evaluar.

c) *Benchmarks* sintéticos

La carga de trabajo de un sistema puede ser vista como una secuencia de servicios del sistema que es proyectada en el software del mismo en forma de una secuencia de demandas de recursos del sistema. Para la mayoría de las evaluaciones, el conocimiento de la demanda de recursos es lo único necesario.

Un *benchmark* sintético simula la utilización de los recursos del sistema descritos por las características del modelo de carga de trabajo, pero no efectúa un trabajo "útil". Un *benchmark* sintético puede ser construido a partir de la demanda de recursos o bien la demanda de servicios. Este último hace al *benchmark* independiente de la configuración del sistema y de su sistema operativo. Por lo tanto, un *benchmark* sintético basado en la demanda de servicios, puede ser utilizado para la evaluación comparativa de diferentes equipos.

d) Rastreo

Un rastreo es el registro de eventos seleccionados que preserve la secuencia exacta en que ocurren en el sistema. Un evento puede ser definido como un cambio en el estado del sistema, como la inicialización de un trabajo, el principio o fin de una operación de I/O, la ejecución de una instrucción, etc. El rastreo es usado como una carga de trabajo guía para un modelo de simulación, especialmente para análisis cuando el patrón de secuencias es importante; puede ser preparado tanto para la carga de trabajo natural, como para un *benchmark* representativo, y puede ser obtenido tanto por monitores de hardware como de software.

e) Modelos probabilísticos de cargas de trabajo

Los modelos probabilísticos de cargas de trabajo son usados para estudios analíticos y en simulación. Se asume que las demandas de recursos son variables aleatorias y la carga de trabajo es descrita por sus distribuciones. Las distribuciones reales son frecuentemente aproximadas por distribuciones exponenciales, ya que las propiedades de esta distribución simplifican significativamente el análisis matemático de los sistemas.

f) Conductores interactivos del sistema (drivers)

La carga de trabajo de un sistema interactivo es influenciada fuertemente por las características de los usuarios; tiempo para pensar, tiempo para teclear, interrupciones generadas por el usuario, etc. Una carga de trabajo guía para un sistema interactivo debe representar a los usuarios, tanto como a sus programas. Un driver interactivo no es un modelo de carga de trabajo sino su generador. Consiste del modelo de la interfase con el usuario y del modelo de los requerimientos de proceso del usuario.

ELEMENTOS EXISTENTES PARA LA MEDICION DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EQUIPOS.

Un sistema de cómputo puede ser evaluado o medido desde dos puntos de vista: a través de la observación de las respuestas del sistema a una carga de trabajo controlada, o bien, a través del análisis del comportamiento interno del sistema.

El primero es usado principalmente para evaluaciones comparativas, incluyendo en este caso la comparación de un sistema antes y después de habersele efectuado modificaciones, en este caso el rendimiento es medido en términos de productividad y tiempo de respuesta. De esta forma es posible obtener resultados sin conocer lo que sucede en el comportamiento mismo del sistema.

El segundo punto de vista, en cambio, envuelve la medición del comportamiento interno del sistema, es una medición analítica que pretende asegurar la operación correcta del sistema, aislar las fuentes de problemas actuales o potenciales y desarrollar el conocimiento del sistema y su medio ambiente.

Por los proyectos de evaluación de rendimiento, frecuentemente son usados los dos puntos de vista.

Monitor del rendimiento (Performance Monitor)

Un monitor del rendimiento es una herramienta que facilita las mediciones analíticas necesarias para el análisis y evaluación del rendimiento. Está compuesto por:

- Elemento selector
- Elemento procesador
- Elemento registrador
- Elemento interpretador

El elemento selector selecciona al subconjunto de actividades observables durante el monitoreo. El elemento procesador interroga el estado del sistema que se desea medir y basado en las opciones de medición determinadas, recolecta y prepara la información pertinente para ser registrada por el elemento registrador. El elemento interpretador, analiza y sintetiza la información acumulada en el elemento registrador y presenta los resultados en una forma entendible.

La interpretación de la información acumulada se lleva a cabo después del proceso de medición, pero puede ir paralelo a la fase de monitoreo.

La posibilidad de reducción e interpretación de la información en tiempo real, puede ser utilizada para el control dinámico del rendimiento de un equipo.

Teóricamente, las actividades a cualquier nivel en el sistema, son medibles con la misma herramienta. Desafortunadamente, las características heterogéneas de los sistemas impiden desarrollar una herramienta de medición universal.

MONITORES POR SOFTWARE

Un monitor por software es un programa especial incorporado al software del sistema que se desea medir. Un monitor por software es una herramienta interna, esto es, es soportada totalmente por el sistema medido. Estos monitores compiten por recursos del sistema con los trabajos que constituyen la carga de trabajo. La inserción de un monitor por software, altera al sistema (este fenómeno es llamado *monitor artifact*).

La siguiente tabla describe los elementos estructurales de un monitor por software:

Instrumentación	Traps Muestreo Intercepción
Elemento Selector	Software switch Hardware especial
Elemento Procesador	Software
Elemento Registrador	Memoria principal del sistema Dispositivos de memoria secundaria del sistema.
Elemento Interpretador	Después del proceso (software) En tiempo real (software)

MONITORES POR HARDWARE

Las herramientas de medición por hardware pueden ser internas o externas. Muchas computadoras actualmente tienen interconstruidas facilidades de hardware, que pueden ser usadas como indicadores de primer orden del comportamiento del sistema.

La siguiente figura muestra la implementación de los elementos estructurales de un monitor por hardware:

Instrumentación	Sensores Interfase de conexión Cableado interno del sistema
Elemento Selector	Tablero de Mando Memorias Asociadas Software
Elemento Procesador	Tablero de Mando Software
Elemento Registrador	Contadores Acceso aleatorio a memoria Dispositivo de almacenamiento secundario.
Elemento Interpretador	Software después del proceso Pantalla interconectada Software en tiempo real

Existen algunos elementos del hardware que pueden ser incluidos como componentes internos para ayudar en el proceso de monitoreo de un sistema éstos deben tener las siguientes características:

- Legibles a través de un programa; esto es, debe ser posible preguntar por el estado de la componente por medio de una instrucción disponible al programador.

Apéndice C - Evaluación del rendimiento de equipos de cómputo

- Controlables por programa; esto es, debe ser posible modificar el estado de la componente por medio de una instrucción accesible al programador.

El análisis del rendimiento no es aplicable exclusivamente al problema de selección, sino también al de afinación y rendimiento de un equipo ya funcionando.

APENDICE D

CUESTIONARIO PARA LA EVALUACION DE MANEJADORES DE BASES DE DATOS⁵²

PRODUCTO: _____

- I. Información general del proveedor.
- II. Recuperación y disponibilidad.
- III. Instalación y administración.
- IV. Integridad de datos.
- V. Seguridad de los datos.
- VI. Diccionario de datos.
- VII. Tipos de datos.
- VIII. Estructura lógica.
- IX. Lenguaje de programación y precompilador.
- X. SQL/4GL.
- XI. Factor humano.
- XII. Herramientas para desarrollo de aplicaciones.
- XIII. Características distribuidas.
- XIV. Parámetros físicos.

⁵²Basado en el capítulo 10 del libro *Distributed Databases, Cooperative Processing & Networking* de Shaku Atre, McGraw-Hill, 1992.

I. Información general del proveedor.

I.1 Bases financieras.

Nombre del producto: _____

Nombre de la compañía: _____

Dirección: _____

Ciudad: _____ Estado: _____ C.P.: _____

Representante técnico: _____ Teléfono: _____

Representante de ventas: _____ Teléfono: _____

¿Cuánto tiempo tiene su compañía de haberse establecido:
en Estados Unidos? _____

en México? _____

¿Cuándo fue la primera vez que vendió este producto para:
mainframes? _____

minicomputadoras? _____

estaciones de trabajo? _____

microcomputadoras? _____

Año Número de instalaciones

1993 _____

1992 _____

1991 _____

1990 _____

1989 _____

Favor de anexar una lista de 10 clientes en México, incluyendo sus direcciones, teléfonos y personas con las que se ha establecido el contacto.

I.2 Soporte técnico.

¿Cuántos empleados tiene actualmente? _____

¿Cuántos tenía el año pasado? _____

¿Cuántos empleados se dedican a mejorar y desarrollar el producto? _____

¿Cuántos empleados se dedican a dar soporte técnico a los clientes? _____

¿Cuántos empleados se dedican a capacitación a clientes? _____

Sí _____ No _____ ¿Cuentan con el servicio de soporte vía telefónica las 24 horas del día?

Teléfonos: _____

¿Cuál es el costo del soporte técnico por año? \$ _____

Número aproximado de nuevas versiones por año _____

¿Recibiríamos de manera automática las nuevas versiones? _____

¿Recibiríamos mantenimiento periódicamente? _____

¿Cada cuántos meses? _____

¿Cuentan con servicio de consultoría? _____

Favor de incluir información sobre tipos de servicios de consultoría y costo de cada uno.

¿Tienen un grupo de usuarios? No _____: Pase a la sección I.3
Sí _____: Continúe

Sí _____ No _____ ¿Se toman en cuenta los requerimientos de los usuarios en los nuevos desarrollos?

¿Cuántas veces al año se reúne su grupo de usuarios? _____

Favor de proporcionar el nombre y teléfono de algún representante de este grupo de usuarios: _____

I.3 Opinión de clientes sobre el producto.

Mencione 5 características sobresalientes de su producto que sus clientes le hayan reportado:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Mencione 5 áreas problemáticas sobre su producto reportadas por clientes:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Favor de incluir nombres y teléfonos de los clientes cuyas opiniones fueron plasmadas en esta parte del cuestionario.

II. Recuperación y disponibilidad.

Favor de incluir información adicional para cada una de las siguientes preguntas:

- II.1 Sí _____ No _____ ¿Es capaz de soportar el DBMS operaciones en línea las 24 horas del día, todos los días de la semana?
- II.2 Sí _____ No _____ ¿Es capaz de soportar el DBMS servicios continuos de la base de datos a pesar de que algunas partes de la misma se encuentren fuera de línea por mantenimiento?
- II.3 _____ ¿Permite el DBMS utilerías concurrentes de reorganización en línea...
Sí _____ No _____ ...para afinación del rendimiento?
Sí _____ No _____ ...para mejorar la utilización del espacio en disco?
Sí _____ No _____ ...por expansión de la configuración de hardware o de software?
- II.4 Sí _____ No _____ ¿Permite el DBMS recuperación automática en caso de fallas del sistema?
- II.5 Sí _____ No _____ ¿Permite el DBMS aislar los procedimientos de recuperación a la unidad del sistema más pequeña posible?
- II.6 Sí _____ No _____ ¿Proporciona el DBMS una utilería para tomar imágenes de la base de datos en un momento dado?
- II.7 _____ ¿Proporciona el DBMS control sobre las transacciones bajo las técnicas...
Sí _____ No _____ ...roll forward?
Sí _____ No _____ ...rollback?
- II.8 Sí _____ No _____ ¿Mantiene el DBMS una bitácora de las transacciones durante la operación normal del sistema?

III. Instalación y administración.

Favor de incluir información adicional para cada una de las siguientes preguntas:

III.1 ¿Cuánto tiempo se toma la instalación del DBMS? _____

III.2 ¿Qué recursos adicionales se necesitan durante la reorganización de los sistemas de archivo del DBMS (espacio en disco, unidades de cinta, etc.)?

III.3 ¿Cuál es el máximo permitido para tamaños de bloque y de buffers? (Especificar el sistema operativo bajo el cual es efectiva la respuesta)

III.4 ¿Proporciona el DBMS información sobre los siguientes parámetros estadísticos?

Utilización del CPU	Sí _____	No _____
Utilización de la memoria principal	Sí _____	No _____
Utilización del almacenamiento	Sí _____	No _____
Accesos a la base de datos	Sí _____	No _____
Eficiencia de la reorganización	Sí _____	No _____

III.5 Sí _____ No _____ ¿Proporciona el DBMS información que permita llevar a cabo la contabilidad de recursos para todas las aplicaciones/sistemas que usen el DBMS?

III.6 Sí _____ No _____ Para lograr que la base de datos funcione de manera óptima, ¿existen facilidades de sintonización?

En caso afirmativo, descríbalas:

III.7 Favor de incluir información sobre comparaciones de rendimiento de su producto contra otros DBMSs. Favor de describir ampliamente los *benchmarks* utilizados para dicha evaluación.

IV. Integridad de datos.

- IV.1 Sí _____ No _____ ¿Proporciona el DBMS facilidades para definición de reglas de integridad?
- IV.2 Sí _____ No _____ ¿Están incluidas estas facilidades en el Lenguaje de Definición de Datos?
- IV.3 Sí _____ No _____ ¿Se conservan estas definiciones en el Diccionario de Datos?
- IV.4 Sí _____ No _____ ¿Existe algún control de integridad referencial?
- IV.5 ¿Es posible usar estas facilidades en los siguientes niveles...
- Sí _____ No _____ ...SQL?
- Sí _____ No _____ ...precompilador?
- Sí _____ No _____ ...lenguaje de programación?
- IV.6 ¿Permiten estas facilidades la definición y el reforzamiento de controles de integridad en los siguientes niveles...
- Sí _____ No _____ ...archivo?
- Sí _____ No _____ ...registro?
- Sí _____ No _____ ...subconjunto de registros?
- Sí _____ No _____ ...campo (elemento de datos)?
- Sí _____ No _____ ...subconjunto de campos?
- Sí _____ No _____ ...relación?
- Sí _____ No _____ ...transacción?
- IV.7 ¿Proporciona el DBMS bloqueo exclusivo en los siguientes niveles
- Sí _____ No _____ ...archivo?
- Sí _____ No _____ ...registro?
- Sí _____ No _____ ...campo?
- IV.8 Sí _____ No _____ ¿Asegura el DBMS la integridad de controles concurrentes (niveles de bloqueo)?
- IV.9 Sí _____ No _____ ¿Proporciona el DBMS detección de deadlocks y mecanismos de resolución?

Apéndice D - Cuestionario para la evaluación de manejadores de bases de datos

IV.10 Sí _____ No _____ ¿Asegura el DBMS la integridad del proceso de transacciones (integridad de transacciones lógicas)?

IV.11 Sí _____ No _____ ¿Realiza el DBMS todas las revisiones de datos por medio del diccionario de datos?

V. Seguridad de los datos.

- V.1 Sí _____ No _____ ¿Proporciona el DBMS facilidades para la definición de niveles de seguridad?
- V.2 Sí _____ No _____ ¿Están incluidas estas facilidades en el Lenguaje de Definición de Datos?
- V.3 Sí _____ No _____ ¿Se da mantenimiento a estas definiciones en el Diccionario de Datos?
- V.4 ¿Es posible usar estas facilidades en los siguientes niveles...
- Sí _____ No _____ ...SQL?
Sí _____ No _____ ...precompilador?
Sí _____ No _____ ...lenguaje de programación?

Indique si los módulos del DBMS tienen las siguientes características:

- V.5 Sí _____ No _____ Protección a través de passwords a nivel de la base de datos.
- V.6 Sí _____ No _____ Reportes de violaciones a la seguridad.
- V.7 Asignación de restricciones a la ejecución de un programa por:
- Sí _____ No _____ Grupo de usuarios
Sí _____ No _____ Grupo de terminales
- V.8 Definición de restricciones en el acceso a los datos (FIND, READ, ADD, UPDATE, DELETE) en los siguientes niveles:
- Sí _____ No _____ Base de datos
Sí _____ No _____ Archivo
Sí _____ No _____ Registro
Sí _____ No _____ Subconjunto de registros
Sí _____ No _____ Elemento de datos
Sí _____ No _____ Relación
Sí _____ No _____ Transacción
Sí _____ No _____ Grupo de usuarios autorizados
- V.9 Sí _____ No _____ Encriptación de datos (además del password)

Apéndice D - Cuestionario para la evaluación de manejadores de bases de datos

V.10 Sí _____ No _____ Vistas lógicas/externas para asegurar la
privacía de los datos

V.11 Sí _____ No _____ Administración de controles de seguridad
por medio del diccionario de datos.

VI. Diccionario de datos.

- VI.1 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS referencias cruzadas para todas las bases de datos, vistas, reportes, formas, procesos, etc.?
- VI.2 Sí _____ No _____ ¿Proporciona el DBMS documentación para todos los elementos del diccionario de datos?
- VI.3 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS vistas lógicas/físicas de las bases de datos (mapeo entre definiciones lógicas/físicas)?
- VI.4 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS controles integrados de estándares del diccionario de datos?
- VI.5 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS identificación y eliminación de elementos de datos redundantes?
- VI.6 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS consulta/actualización en línea del diccionario, tanto en línea como en modo batch?
- VI.7 Sí _____ No _____ ¿El proceso de consulta/actualización del diccionario de datos en línea es interactivo?
- VI.8 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS definición de segmentos por usuario en el diccionario de datos?
- VI.9 Sí _____ No _____ ¿Proporciona el DBMS facilidades para la seguridad del diccionario de datos (para actualizar y/o consultar elementos de datos, vistas, etc.)?
- VI.10 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS alguna facilidad de reporte del diccionario de datos amigable al usuario?

VII. Tipos de datos.

VII.1 ¿Están disponibles todos los tipos de datos fundamentales en los siguientes niveles...

Sí _____	No _____	...SQL?
Sí _____	No _____	...precompilador?
Sí _____	No _____	...lenguaje de programación?

VII.2 ¿Soporta el DBMS los siguientes tipos de campos?

Sí _____	No _____	Fecha
Sí _____	No _____	Hora
Sí _____	No _____	Dinero
Sí _____	No _____	Texto
Sí _____	No _____	Palabras clave
Sí _____	No _____	Comentario
Sí _____	No _____	Constante (caracter, decimal, hex, etc.)
Sí _____	No _____	Gráfico (Bit)

VII.3 ¿Están disponibles todos los tipos de datos especiales en los siguientes niveles...

Sí _____	No _____	...SQL?
Sí _____	No _____	...precompilador?
Sí _____	No _____	...lenguaje de programación?

X. SQL/4GL

X.1 Sí _____ No _____ ¿Es su SQL/4GL un lenguaje estándar ANSI?

Favor de incluir información adicional al respecto.

X.2 ¿Qué otros productos son compatibles con el suyo?

Favor de incluir la lista detallada de productos compatibles.

X.3 Sí _____ No _____ ¿Pueden las utilerías del SQL/4GL ser compartidas por todos los usuarios de un ambiente multiusuario?

X.4 Sí _____ No _____ ¿Son todas las herramientas de desarrollo accesibles desde el nivel de SQL/4GL?

Favor de incluir información adicional al respecto.

X.5 Sí _____ No _____ ¿Soporta el SQL/4GL operaciones tanto interactivas en línea como tipo batch? (Indique además si es posible usar el mismo conjunto de instrucciones SQL/4GL manejando acceso a la base de datos en los dos modos)

Favor de incluir información adicional al respecto.

X.6 Sí _____ No _____ ¿Cuenta el DBMS con alguna facilidad de Query-By-Example (QBE) adicional al SQL?

X.7 Sí _____ No _____ ¿Pueden los usuarios del DBMS compilar y salvar los procedimientos en SQL/4GL en el diccionario de datos?

Favor de incluir información adicional al respecto.

X.8 Sí _____ No _____ ¿Son administradas todas las funciones/procedimiento en SQL/4GL?

X.9 Sí _____ No _____ ¿Permite el SQL/4GL a los usuarios crear y mantener diccionarios de datos privados?

Apéndice D - Cuestionario para la evaluación de manejadores de bases de datos

- X.10 Sí _____ No _____ ¿Puede el SQL/4GL formatear datos de entrada y archivos de salida automáticamente basado en definiciones de los datos contenidas en el diccionario de datos?
- X.11 Sí _____ No _____ ¿El SQL/4GL optimiza las consultas de manera automática?
 Sí _____ No _____ ¿Puede el SQL/4GL escoger automáticamente el camino/método/estrategia apropiada para el acceso a los datos?
 Sí _____ No _____ ¿Proporciona el DBMS navegación automática por la distribución física de los datos para localización y procesamiento de los registros deseados?
- X.12 Sí _____ No _____ ¿Permite el SQL/4GL consultas por campos que no están indexados?
- X.13 Sí _____ No _____ ¿Permite el SQL/4GL consultas uniendo datos de archivos múltiples?
- X.14 Sí _____ No _____ ¿Soporta el SQL/4GL consultas anidadas?
- X.15 ¿Puede ser la salida del programa en SQL/4GL redireccionada a:
 Sí _____ No _____ archivos del sistema/base de datos?
 Sí _____ No _____ terminales en línea?
 Sí _____ No _____ impresoras conectadas a terminales en línea?
 Sí _____ No _____ spools de impresoras?
- X.16 ¿Permite el SQL/4GL pasar argumentos/parámetros/variables entre los siguientes elementos?
 Sí _____ No _____ Diferentes programas en SQL/4GL
 Sí _____ No _____ Programas en SQL/4GL y en precompilador
 Sí _____ No _____ Programas en SQL/4GL y en el lenguaje de programación
 Sí _____ No _____ Programas en SQL/4GL y scripts en shell independientes
- X.17 Sí _____ No _____ ¿Puede el SQL/4GL generar documentación sobre el código escrito por los usuarios?

XI. Factor humano.

- XI.1 Sí _____ No _____ ¿Está diseñado el lenguaje de consultas para que los usuarios introduzcan sus consultas sin preocuparse por los mecanismos internos de procesamiento del DBMS?
- XI.2 Sí _____ No _____ ¿Permite el DBMS especificar a los usuarios acciones y consultas en una frase simple, no-procedural?
- XI.3 Sí _____ No _____ ¿Permite emplear a los usuarios el lenguaje de consultas formas alternas de consultas, correspondientes a alternativas comunes en lenguaje natural?
- XI.4 _____ ¿Si la respuesta a la consulta resulta ser toda la base de datos, proporciona el DBMS opciones al usuario...
Sí _____ No _____ ...para confirmar la transacción?
Sí _____ No _____ ...de ayuda?
Sí _____ No _____ ...con herramientas que reduzcan el resultado de la consulta antes de procesarla?
- XI.5 Sí _____ No _____ ¿Proporciona el DBMS facilidades de manejo con menús para todas las herramientas?
- XI.6 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS ventanas para los diálogos del lenguaje de consulta?
- XI.7 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS ventanas para comandos del sistema operativo?
- Favor de listar las interfases gráficas (GUIs) que soporta.
- XI.8 Sí _____ No _____ ¿Están organizados los comandos del lenguaje de consulta por niveles para facilitar su uso y aprendizaje (i.e. comandos para principiantes, intermedios y avanzados)?

CAPACITACION

XI.9 ¿Cuál es el tiempo promedio de capacitación que se requiere para:

el administrador de la base de datos? _____

un programador? _____

un usuario final? _____

XI.10 ¿Cuentan ustedes con centro de capacitación y/o su personal imparte los cursos en la instalación y/o la capacitación es impartida por terceros?

XI.11 Favor de incluir una lista de los cursos disponibles, requisitos para cursarlos, costo, fechas en que se imparten, etc.

XII. Herramientas para desarrollo de aplicaciones.

XII.1 Generador de reportes.

Si el DBMS cuenta con él, indique si el reporteador tiene las siguientes capacidades:

Inclusión opcional de la fecha y hora del reporte	Sí _____	No _____
Generación opcional de números de página	Sí _____	No _____
Encabezados de columna por default	Sí _____	No _____
Encabezados de columna definidos por el usuario	Sí _____	No _____
Movimiento de columnas	Sí _____	No _____
Encabezados de página por default	Sí _____	No _____
Encabezados de página definidos por el usuario	Sí _____	No _____
Pies de página definidos por el usuario	Sí _____	No _____
Formateo/Impresión condicionada de campos	Sí _____	No _____
Impresión de comentarios/texto	Sí _____	No _____
Cálculo de totales, promedios, mínimos, máximos porcentajes, conteos, etc.	Sí _____	No _____
Ordenamiento de registros por campos múltiples	Sí _____	No _____

XIII. Características distribuidas.

SI EL DBMS TIENE CAPACIDADES DISTRIBUIDAS, CONTESTE ESTA SECCION.
DE LO CONTRARIO CONTINUE CON LA SECCION XIV.

Favor de incluir información adicional para cada una de las siguientes preguntas:

XIII.1 ¿Cuál es la arquitectura global del DDBMS?

- Sí _____ No _____ ¿Corre el DDBMS en un procesador central, y soporta acceso desde otros procesadores, o
- Sí _____ No _____ ¿Corren los componentes del DDBMS en todos los procesadores que tienen acceso al DDBMS?
- Sí _____ No _____ ¿Distribuye el DDBMS archivos individuales y/o bases de datos entre los procesadores de la red?
- Sí _____ No _____ ¿Soporta el DDBMS bajar o subir partes de las bases de datos a procesadores individuales?
- Sí _____ No _____ ¿Con qué otros DDBMSs puede interoperar el DDBMS?

XIII.2 Características distribuidas generales del DDBMS.

- _____ ¿A qué nivel se proporciona transparencia en la portabilidad de datos?
- Sí _____ No _____ ¿Se soporta/es requerida la transformación de datos en alguno o ambos extremos de una transferencia de datos?
- _____ ¿Qué nivel de rendimiento y capacidad proporciona todo el DDBMS?
- _____ ¿Cuántos procesadores interconectados (nodos) puede soportar de manera simultánea el DDBMS?
- _____ ¿Cuántos nodos pueden ser accesados de manera simultánea?

Apéndice D - Cuestionario para la evaluación de manejadores de bases de datos

- _____ ¿Cuántas bases de datos en nodos distintos pueden ser accesadas simultáneamente?
- _____ ¿Qué nivel de corrección / detección / recuperación de errores es soportada por el DDBMS a través de la red?
- _____ ¿Qué nivel de integridad de datos y/o de transacciones es soportada por el DDBMS a través de la red?
- _____ ¿Qué nivel de puntos de chequeo o de comienzo es soportado por el DDBMS a través de la red?
- _____ ¿Qué nivel de control de transacciones concurrentes es soportado por el DDBMS a través de la red?

XIII.3 Arquitectura física de red.

- _____ ¿Qué opciones de conectividad física están disponibles? (e.g., ¿a todos los nodos de una LAN? ¿a todos los nodos conectados con enlaces punto-a-punto? ¿alguna combinación?)
- Sí _____ No _____ ¿Soporta tanto LANs como WANs?
- Sí _____ No _____ ¿Puede un nodo A obtener datos de un nodo C enrutando su consulta a través del nodo B?
- Sí _____ No _____ ¿Pueden los componentes del DDBMS interconectarse por una LAN en procesadores UNIX (como Ethernet)?
- _____ ¿Pueden los componentes en procesadores UNIX conectarse a ambientes no-UNIX...
- Sí _____ No _____ ...vía un dispositivo conectada al canal?
- Sí _____ No _____ ...solamente por líneas seriales?
- Sí _____ No _____ ¿Pueden los componentes del DDBMS ser interconectados por enlaces satelitales?

Apéndice D - Cuestionario para la evaluación de manejadores de bases de datos

Sí _____ No _____ ¿Están disponibles a través de ustedes los componentes de hardware requeridos para la red?

_____ ¿Son componentes estándar o especiales para cada instalación?

Sí _____ No _____ ¿Están disponibles a través de terceros los componentes de hardware requeridos para la red?

Sí _____ No _____ ¿Tendrá que dedicarse algún componente de hardware exclusivamente para el DDBMS?

XIII.4 Arquitectura del software de red

_____ ¿Qué opciones de software para red se encuentran disponibles?

_____ ¿La arquitectura del software es jerárquica o peer-to-peer?

¿Qué componentes de software para red se requieren para el funcionamiento del DDBMS?

Sí _____ No _____ ¿Se hace balanceo de cargas a través de rutas múltiples entre dos nodos?

_____ ¿Cuántos procesadores interconectados son soportados al mismo tiempo por la red del DDBMS?

¿Qué protocolos son requeridos y/o soportados por el DDBMS?

_____ ¿Qué tipo de capacidades de transferencia de archivos son proporcionadas o requeridas por el DDBMS?

Apéndice D - Cuestionario para la evaluación de manejadores de bases de datos

- _____ ¿Qué tipo de capacidades para emulación de terminales son proporcionadas o requeridas por el DDBMS?
- _____ ¿A qué estándares se adhieren los componentes del software de red?
- Sí _____ No _____ ¿Planea el DDBMS migrar a protocolos ISO en el futuro?
- Sí _____ No _____ ¿Todos los componentes del software de red requeridos por el DDBMS son comercializados por la compañía? ¿Son independientes de las características de la instalación?
- Sí _____ No _____ ¿Todos los componentes del software de red requeridos por el DDBMS están disponibles de terceros?
- Sí _____ No _____ ¿Alguno de los componentes del software de red requerido por el DDBMS es propietario?

XIII.5 Características relacionadas con el rendimiento de la red.

- _____ ¿Qué nivel de rendimiento y capacidad debe proporcionar la red?
- _____ Para líneas seriales, ¿qué velocidades se soportan?
- _____ ¿Qué volúmenes de transferencia se alcanzan?
- Sí _____ No _____ ¿Hay control de flujo en la transferencia de datos?
- Sí _____ No _____ ¿Se pueden afinar los parámetros del rendimiento de las comunicaciones?
- Sí _____ No _____ ¿Se conservan estadísticas del rendimiento y del tiempo de transmisión entre cada enlace?
- Sí _____ No _____ ¿Se conservan estadísticas del volumen de tráfico para cada enlace?

_____ ¿Qué capacidad en la red se necesita para procesamiento normal?

XIII.6 Manejo de errores y recuperación relacionados con la red.

_____ ¿Qué capacidad en la red se necesita para respaldos y recuperaciones?

_____ ¿Qué hace el sistema cuando la capacidad de la red es sobrepasada?

Sí _____ No _____ ¿Pueden continuar operando nodos aislados de la red aún en caso de falla?

_____ ¿Cómo se recuperan los nodos cuando la comunicación en la red es reestablecida?

Sí _____ No _____ Si una línea se cae, ¿puede el DBMS usar una ruta alterna automáticamente?

XIV. Parámetros físicos.

XIV.1 ¿Cuál es el tamaño mínimo de memoria principal requerido por el DBMS? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.2 ¿Cuál es el tamaño mínimo de espacio en disco requerido por el DBMS? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.3 ¿Cuál es tamaño mínimo de bloque soportado por el DBMS? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.4 ¿Cuál es tamaño máximo de bloque soportado por el DBMS? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.5 ¿Cuál es el número mínimo de bloques por área? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.6 ¿Cuál es el número máximo de bloques por área? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.7 ¿Cuál es el número máximo de áreas por base de datos?
(Favor de enlistar las plataformas de hardware que se
están considerando)

XIV.8 ¿Cuál es número máximo de unidades de disco permitidas
por base de datos? (Favor de enlistar las plataformas de
hardware que se están considerando)

XIV.9 ¿Cuál es el número máximo de unidades de disco que pueden
ser soportadas por el DBMS? (Favor de enlistar las
plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.10 ¿Cuál es el número máximo de bases de datos que pueden
ser accedidas por un usuario? (Favor de enlistar las
plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.11 ¿Cuál es el número máximo de usuarios concurrentes que
pueden acceder una base de datos? (Favor de enlistar las
plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.12 ¿Cuál es el número máximo de procesos de actualización
concurrentes que permite el DBMS? (Favor de enlistar las
plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.13 ¿Cuál es el tamaño máximo para una base de datos? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.14 ¿Cuál es el tamaño máximo para un archivo? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.15 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS registros de longitud fija?

XIV.16 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS registros de longitud variable?

XIV.17 ¿Cuál es el tamaño máximo de registro? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.18 ¿Cuál es el tamaño máximo de campo? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.19 ¿Cuál es el número máximo de archivos por base de datos? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.20 ¿Cuál es el número máximo de archivos que se permite a un usuario abrir de manera simultánea? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.21 ¿Cuál es el número máximo de campos por archivo? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.22 ¿Cuál es el tamaño máximo para una llave? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.23 ¿Cuál es el número máximo de llaves por archivo? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.24 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS llaves compuestas?

XIV.25 ¿Cuál es el número máximo de campos por llave compuesta? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.26 ¿Cuál es el número máximo de llaves compuestas por archivo? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

Apéndice D - Cuestionario para la evaluación de manejadores de bases de datos

XIV.27 ¿Cuál es el tamaño máximo de cada llave compuesta?
(Favor de enlistar las plataformas de hardware que se
están considerando)

XIV.28 ¿Cuál es el número máximo de sinónimos por campo? (Favor
de enlistar las plataformas de hardware que se están
considerando)

XIV.29 Sí _____ No _____ ¿Soporta el DBMS campos repetidos en
un mismo registro?

XIV.30 _____ ¿Cuál es el número máximo de
repeticiones de campos por registro?

XIV.31 ¿Cuál es el número máximo de uniones (joins) permitidas
por cada instrucción read? (Favor de enlistar las
plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.32 ¿Cuál es el número máximo de bases de datos por reporte?
(Favor de enlistar las plataformas de hardware que se
están considerando)

XIV.33 ¿Cuál es el número máximo de archivos por reporte?
(Favor de enlistar las plataformas de hardware que se
están considerando)

XIV.34 ¿Cuál es el número máximo de uniones (*joins*) permitidas por reporte? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.35 ¿Cuál es el número máximo de campos por reporte? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.36 ¿Cuál es el número máximo de variables de usuario por reporte? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.37 ¿Cuál es el número máximo de llaves de ordenamiento por archivo? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.38 ¿Cuál es el número máximo de campos de ordenamiento por llave de ordenamiento? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

XIV.39 ¿Cuál es la longitud máxima de campos de ordenamiento compuestos? (Favor de enlistar las plataformas de hardware que se están considerando)

Apéndice D - Cuestionario para la evaluación de manejadores de bases de datos

XIV.40 ¿Cuál es el número máximo de bases de datos por forma?
(Favor de enlistar las plataformas de hardware que se
están considerando)

XIV.41 ¿Cuál es el número máximo de archivos por forma? (Favor
de enlistar las plataformas de hardware que se están
considerando)

XIV.42 ¿Cuál es el número máximo de campos por forma? (Favor de
enlistar las plataformas de hardware que se están
considerando)

XIV.43 ¿Cuál es el número máximo de pantallas por forma? (Favor
de enlistar las plataformas de hardware que se están
considerando)

Apéndice D - Cuestionario para la evaluación de manejadores de bases de datos

APENDICE E

SERIE U 6000 DE UNISYS

La familia U 6000 de Unisys ofrece una amplia gama de sistemas compatibles, desde una estación de trabajo de escritorio para un sólo usuario hasta servidores para 1,000 usuarios.⁵³

Unisys diseñó a la Serie U enfocándose al mercado de aplicaciones comerciales, tales como contabilidad y administración de proyectos, así como funciones críticas con alto volumen de transacciones en línea que son soportadas por modelos más sofisticados. Se hace también énfasis en conectividad con computadoras personales.

Un punto interesante en cuanto a estos equipos es el hecho de que soportan tanto el sistema operativo UNIX como MS-DOS. De hecho, el UNIX que corre en estos sistemas es una versión mejorada de UNIX Sistema V de AT&T.

La serie U 6000 está basada en procesadores Intel 80386 y 80486. Puede conectarse a sistemas IBM o DEC, además de algunos sistemas abiertos OSI.

En cuanto a software, Unisys ofrece:

OFIS Ensemble
ALLY
MAPPER

Automatización de oficinas
Lenguaje de cuarta generación
Soporte a toma de decisiones

Soporta además⁵⁴:

⁵³ Serie U 6000, Unisys Corporation, junio de 1991.

⁵⁴ U Series Operating Environment, Unisys Corporation, marzo de 1991.

ORACLE, INFORMIX	Manejadores de bases de datos
COBOL, C, Pascal, FORTRAN	Lenguajes de tercera generación
X Windows, Motif GUI	Sistema de ventanas
NFS, RFS	Conexión en red

Los sistemas U 6000 manejan el concepto de *Open/OLTP* (Online Transaction Processing) para el procesamiento de altos volúmenes de transacciones en línea, con un tiempo de respuesta razonable. Permite también el acceso a aplicaciones y datos que residen en mainframes Unisys e IBM⁵⁵.

Estándares soportados por Open/OLTP:

- X/Open DTP
- XA
- OSI, TCP/IP (conectividad)
- X/Windows y Motif (interfases gráficas)
- POSIX
- Tuxedo de AT&T
- SQL

Los competidores de la Serie U de Unisys son⁵⁶:

- NCR Tower Series
- AS/400 de IBM
- HP 9000 de Hewlett Packard
- Bull DPX/2
- MicroVAX y VAX 6000 de DEC.

No obstante las características ya mencionadas, que muestran varios puntos a favor de la Serie U 6000, en una investigación realizada por Datapro⁵⁷ entre usuarios de este equipo se habla de que el soporte a impresoras no satisfacía sus necesidades. En el

⁵⁵Open/OLTP on UNIX Systems, Unisys Corporation, marzo de 1991.

⁵⁶Unisys U Series, Datapro, McGraw-Hill, marzo de 1991.

⁵⁷idem.

primer caso, se requería soporte a impresoras de alta velocidad; en el segundo, para un impresora localizada a más de siete metros debían usar un modem.

De hecho, la Serie U 6000 soporta solamente impresoras láser de hasta 30 ppm, impresoras de banda de hasta 700 lpm, e impresoras matriciales de hasta 400 cps.

A continuación se muestra una tabla similar a aquellas presentadas en el Capítulo 7, *Plan de migración*, para un equipo comparable a los ahí detallados:

Unisys U 6000/85

RENDIMIENTO DE HARDWARE:	
Velocidad del reloj (MHz)	33
Tipo de procesador	80486 (De 2 a 10/equipo)
Cache (KB)	512
FLEXIBILIDAD Y EXPANSION:	
Puertos seriales	256
Puertos paralelos	8
Slots de expansión	3
RAM (MB)	512
Disco (GB)	134
SISTEMA OPERATIVO:	Unisys System V (System V.3.2)
PRECIO BASE (Dólares):	494,000

Fuente:

- Datapro, McGraw-Hill, 1991
- Specification Summaries, Unisys Corporation, abril de 1992.

Como podemos observar, el equipo pudiese llegar a competir en cuestiones técnicas; sin embargo, el costo de la configuración base lo deja al margen de la competencia. A ello se agrega el hecho de que no puede correr software que es fuerte candidato a ser el producto en el que se desarrollen los nuevos sistemas, como Sybase o Interbase (este último corre en Serie U pero con sistema operativo SCO UNIX).

APENDICE F

SOFTWARE DE CONECTIVIDAD

Cuando se agrega a la arquitectura de cómputo un equipo de características distintas como lo es el equipo UNIX del equipo Unisys, se espera que los desarrolladores alcancen cierto nivel de productividad en un ambiente que no les es familiar en el menor tiempo posible.

Para facilitar esta transición, se pueden utilizar herramientas de software de conectividad.

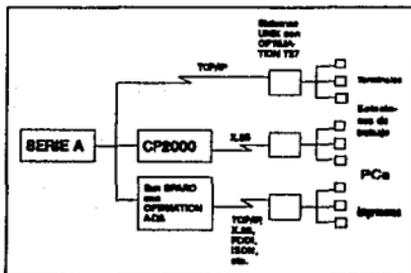
Hasta el momento del presente estudio, sólo se han podido evaluar dos herramientas de software que permitirían la conectividad entre las plataformas Unisys y Sun, ofreciendo, básicamente, un emulador de terminal Unisys en cualquier equipo cliente del servidor Sun.

I. Optimization Software Engineering

El software de Optimization corre en sistemas UNIX multiusuario y estaciones de trabajo. Puede ser accedido por cualquier usuario de la red, sin importar si tienen a su disposición terminales de tipo caracter, computadoras personales en red, o estaciones de trabajo con capacidades gráficas.

El emulador de terminales se hace necesario ya que algunas aplicaciones de mainframes Unisys, tales como LINC, MARC o MAPPER, demandan terminales propietarias. Optimization T-27, además, soporta X-Windows y multisesiones; incluso el ambiente de varias páginas al que está acostumbrado el usuario de una T-27.

Por otra parte, Optimization A-DA (A-Series Direct Attach), es un gateway que permite que un sistema Sun se conecte directamente a una red BNA CPLAN, sin degradar el rendimiento de la máquina. De alguna manera se convierte también en un método alternativo de conexión entre la Serie A y redes abiertas (TCP/IP, OSI, etc.). Con él, un sistema o estación de trabajo que corra A-DA se comporta como un procesador de comunicaciones CP2000, sin el costo que un CP2000 implica; el mainframe no necesita correr ningún software en especial para soportarlo.



II. Jacksonville Software

Jacksonville Software ha desarrollado un conjunto de productos de conectividad para permitir la integración de equipos UNIX con mainframes, principalmente IBM y Unisys.

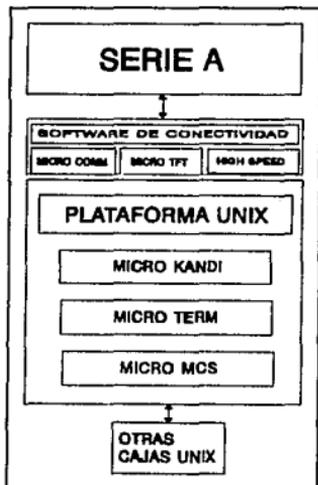
El emulador de terminal para Unisys es *microTFT*, que también permite transferir datos. Está diseñado para trabajar con otro producto, *microCOMM*, el cual es una interfase poll/select que corre en el equipo UNIX y permite acceso múltiple de terminales y transferencia de archivos hacia y desde el mainframe Unisys.

La emulación de terminal incluye todas las características típicas de una terminal propietaria T-27.

microTERN es un manejador de terminales, también poll/select, que permite que un conjunto de terminales T-27 se conecten a una mini o a una PC, con lo que se logra que estas terminales propietarias funcionen también como terminales del equipo UNIX.

microKANDI ofrece al usuario de micros un ambiente simulado Unisys de desarrollo, lo que permite obtener resultados sin necesidad de esperar a que el programador domine tanto el sistema operativo UNIX como sus editores.

Por último, *microMCS* (Message Control System), permite que múltiples terminales se comuniquen con varios programas de aplicación a la vez. Su símil en la Serie A sería el MCS COMS.



Apéndice F - Software de conectividad

GLOSARIO

- AIX** Versión de UNIX resultado del conjunto de modificaciones que realizó IBM a la versión de AT&T. Sistema operativo base de los sistemas RS/6000.
- ANSI** American National Standards Institute. ANSI es el organismo que promueve la definición de estándares en la industria de la computación y coordina la participación de los Estados Unidos en la Organización Internacional de Estándares ISO.
- API** Application Programming Interface. El API en un producto o paquete, habilita a los usuarios a unir su propio software con el producto.
- BSD** Variante del UNIX de AT&T, que se desarrolló en la Universidad de Berkeley, California. Tiene una estructura distinta a la de UNIX de AT&T.
- CCITT** Consultative Comitee International Telephone and Telegraph. Organismo que conjuntamente con la IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) para desarrollar estándares en comunicaciones, en particular los estándares de la serie X (X25, X400, etc)
- Commit** Es el proceso que permite que información en una base de datos, pueda ser referenciada por otros programas o usuarios. Cuando el commit ocurre, los candados son liberados para que otras aplicaciones puedan referenciar el dato que acaba de ser verificado.

Glosario

- DDBMS** Sistema Manejador de Bases de Datos distribuidas. DBMS donde los archivos físicamente residen en distintas computadoras.
- DASD** Direct Access Storage Device. Tipo básico de almacenamiento que permite rápidamente guardar y recuperar información .
- Escalabilidad** Capacidad de correr una aplicación sin hacerle cambios en una variedad de plataformas con diferentes características de desempeño. Implica que la capacidad del procesador aumente o decremente de manera simple.
- Estándar de facto** Cuando un modelo de implementación es ampliamente aceptado por los usuarios a nivel mundial, sin necesidad de que este modelo sea producto de una propuesta por organizaciones formales como ANSI o CCITT, se dice que es un estándar de facto.
- Ethernet** Estándar de comunicaciones tipo LAN creado por Xerox. Confirma ahora la definición de IEEE802.3
- FDDI** Fiber Distributed Data Interface Standard. Un protocolo definido por ANSI para redes basadas en fibra óptica. Emplea una topología de anillo.
- FLOPS** Operaciones de punto flotante de doble precisión que desarrolla una computadora en un segundo.
- GUI** Graphical User Interface - Interfase Gráfica para el Usuario. Es un ambiente gráfico que interactúa con los programas de aplicaciones y el sistema operativo apoyándose en íconos.

Ejemplos de GUIs son: Motif, NeXTStep, New Wave, OpenLook, Presentation Manager, Windows y X-Windows.

- HP-UX** Versión de UNIX implementada por Hewlett Packard basándose en la variante de AT&T.
- Imagen anterior** Copia de un registro de la base de datos antes de ser modificado.
- Imagen posterior** Copia de un registro de la base de datos después de haber sido modificado.
- Internet** Red mundial que se compone de 800,000 computadoras aproximadamente. Cuenta con organismos que regulan su funcionamiento y administración.
- Interoperabilidad** Ocurre cuando un producto de computadora puede comunicarse e intercambiar información en una red heterogénea. Sólo se pueden diseñar aplicaciones bajo un ambiente distribuido, cooperativo, con productos que tengan esta característica.
- IPX** Internetwork Packet eXchange. Protocolo de comunicaciones para transporte de paquetes empleado por Novell Netware, software de mayor dominio de mercado en equipos PC compatibles.
- Irix** Versión de UNIX implementada por Silicon Graphics Inc. muy apegada a la variante System V de AT&T.
- ISO** International Standards Organization. Organismo responsable de desarrollar estándares para comunicaciones conjuntamente con la CCITT.

Glosario

- LAN** Local Area Network - Red de Area Local. Red que abarca un espacio no mayor a un edificio y soporta velocidades de 2-16 Mbps.
- MIP** Millones de operaciones elementales realizadas en un segundo.
- Modem** Dispositivo modulador y demodulador de señal analógica. Típicamente empleado para transmitir y recibir datos a través de líneas telefónicas.
- NFS** Network File System. Protocolo desarrollado por Sun Microsystems Computers Corp. para compartir archivos que se encuentren físicamente en otra computadora a través de una red. Goza de amplia popularidad en el ambiente.
- OSI** Open Systems Interconnection. Conjunto estándar de protocolos y servicios desarrollados por ISO. Ha servido mucho como referencia con otras arquitecturas y ha tenido poco éxito en las implementaciones.
- Portabilidad** Capacidad de mover una aplicación de una plataforma a otra sin necesidad de cambiarla. Puede necesitar recompilación, pero no revisión.
- Proceso cooperativo** Capacidad de distribuir recursos (programas, archivos y bases de datos) a la plataforma óptima en una red, haciendo esta distribución transparente al usuario.
- Protocolo de commit** Algoritmo que asegura que una transacción culmina exitosamente, de otra forma es abortada.

Replication	Método de distribuir copias de archivos de una base de datos sincronizadamente en múltiples equipos.
Rollback	Técnica de recuperación de bases de datos donde se utilizan las imágenes anteriores para restaurar la base de datos a un punto anterior a la falla.
SPECmark	Existe un conjunto de programas prueba que evalúan 10 aspectos distintos de una computadora, como acceso a disco, CPU, acceso a memoria y NFS entre otras cosas. Los resultados se normalizan y se obtiene un valor que sirve para comparar la eficiencia de distintos modelos de computadora.
SQL	Structured Query Language. Lenguaje estándar para la definición de datos, consulta, manipulación y control de datos promovido por ANSI.
SunOS	Versión de UNIX implementada por Sun Microsystems Corp. basándose en BSD UNIX. Es tal vez, la versión mas ampliamente conocida de UNIX. Las versiones de SunOS de 4.2.0 en adelante se denominarán Solaris y estarán basadas en System V.
System V	Versión de UNIX propiedad de AT&T.
TCP/IP	Transport Control Protocol/Internet Protocol. Conjunto de protocolos de comunicacion que son un estándar de facto a lo largo del mundo. Provee servicios de transporte, ruteo y control de información. La red Internet se basa en los protocolos TCP/IP.

Glosario

- Two Phase Commit** Confirmación de transacción por dos fases. es un protocolo que es usado para asegurar una distribución uniforme de confirmación o rechazo de la realización de una transacción.
- Ultrix** Versión de UNIX implementada por Digital Equipment Corporation basándose en la variante BSD UNIX.
- X-Windows** Sistema desarrollado por el Instituto Tecnológico de Massachusets que permite ejecutar aplicaciones gráficas a través de una red de computadoras.

BIBLIOGRAFIA

Atre Shaku, *Distributed Databases, Cooperative Processing, & Networking*, McGraw-Hill, 1992.

Autores varios, *Guía de la Universidad Nacional Autónoma de México*, México, enero de 1991.

Autores varios, *Memorias del Congreso Nacional "Pasado, Presente y Futuro de la Computación en México"*, Universidad Nacional Autónoma de México, Volúmenes I y II, México 1988.

Autores varios, *The Profit Opportunities of SmartSizing, Datamation*, mayo de 1992.

Banuet Sergio Gilberto y Quijano León Guadalupe, *Evaluación de Equipos de Cómputo para la UNAM*, Tesis para obtener el título de Actuario y de Matemático, respectivamente, México 1980.

Barreiro Arpón Alejandro, Cruz Hernández Juan Manuel y Tlalpachícatl Cruz Gabriel Juan, *Instalación, Configuración y Mantenimiento de un Servidor para la RedUNAM*, Tesis para obtener el título de Ingeniero en Computación, México 1992.

Baz García Fernando, Casimiro García María Cristina y González Velázquez Antonio Enrique, *Interconexión de los Mainframes Unisys Ubicados en los Principales Centros de Cómputo de la UNAM Utilizando una Arquitectura Híbrida BNA-TCP/IP en una Ambiente Ethernet*, Tesis para obtener el título de Ingeniero en Computación, México 1992.

Bloor Robin, *Tactics for Downsizing, DBMS*, diciembre de 1992, 14-16.

Bort Julie, *Redes: El coco de los mainframes, Personal Computing México*, número 49, 1992, 33-38.

Bibliografía

Budnick Frank, *Matemáticas Aplicadas para Administración, Economía y Ciencias Sociales*, McGraw Hill, 1981, 206-211.

Carrasco Aceves Luis Rodolfo, *Análisis y Diseño de un Sistema Computarizado de Administración Escolar para la UNAM*, Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista, México 1988.

Carrasco Aceves Luis Rodolfo, *Sistema Computarizado de Administración Escolar de la UNAM, Memorias de la Primera Conferencia Internacional "Las Computadoras en Instituciones de Educación Superior"*, México, marzo de 1985.

Choratas Dimitris, *Systems Architecture & Systems Design*, McGraw-Hill Communications Series, 1989.

Ciría Merce José Ricardo, *El Sistema Automatizado de Asignación de Alumnos de Primer Ingreso al Ciclo de Bachillerato de la UNAM, Memorias de la Segunda Conferencia Internacional "Las Computadoras en Instituciones de Educación"*, (diciembre de 1986), 88-90.

Cleland David y King William, *Systems Analysis and Project Management*, McGraw-Hill Series in Management, 1983.

DataPro, McGraw-Hill, varios volúmenes, 1991, 1992.

Doll William y Doll Mark, *IS Downsizing at CBS-FOX Video, 1991 Proceedings, Anual Meeting*, Decision Sciences Institute, noviembre de 1991, 926-928.

Hartman, Matthes and Proeme, *Management Information Systems Handbook*, McGraw-Hill, 1972.

López Chávez Octavio, *Informe de Actividades 1992 del Departamento de Servicios de Cómputo de la DCAA, DGSCA*, diciembre de 1992.

McCarthy Michael E., *Why Sun will win in the '90s, SunWorld*, junio de 1992, 6.

Morton Carole, *Mainframes: A Dying Breed?, Database Programming & Design*, noviembre de 1992, 23-25.

Mullender Sape y Birman K.P., *Distributed Systems*, Capítulos 1 (Introduction) y 20 (How robust are distributed systems?), ACM Press, Nueva York 1990.

Ojeda Trejo Eduardo, *Una Metodología para la Selección de Equipos de Cómputo*, Tesis de Maestría en Ciencias, Colegio de Posgraduados, 1976.

Peñaloza Báez Marcela Juliana, *Informe de Actividades 1992 del Departamento de Sistemas de la DCAA, DGSCA*, diciembre de 1992.

Pressman Roger, *Ingeniería del Software*, McGraw-Hill, España 1988.

Revista DBMS, Readers' Choice Awards, *DBMS*, diciembre de 1992.

Ricciuti Mike, *Mainframe DBMS Power Unleashed, Datamation*, octubre de 1992, 26-32.

Rivera Soler Ricardo, *Apuntes del Curso de Administración de Centros de Cómputo*, México 1992.

Ruiz Doncel Facundo, Suárez Martínez Olivia, Guerrero Peniche Alejandro, Fermín Ramos Paulino, *Sistema Incorporado a la UNAM, Memorias del II Seminario de Computación para la Administración Universitaria en América Latina*, Unión de Universidades de América Latina, México 1990.

Sabherwal Rajiv y King William, *Decision Processes for Developing Strategic Applications of Information Systems: A Contingency Approach*, *Decision Sciences*, julio-agosto de 1992, 917-943.

Saldívar Juan, *Downsizing: Para una mayor eficiencia de recursos*, *RED*, enero de 1992, 16-20.

Bibliografía

Sharp Bill, Where to Find Expert Help for Downsizing, *Datamation*, (septiembre de 1992), 61-64.

Smith Patrick, *Client/Server Computing*, SAMS Publishing, 1992.

Sinha, Alok, Client-Server Computing, *Communications of the ACM*, (julio de 1992), 77-98.

Thé Lee, Downsize Your Database With UNIX, *Datamation*, octubre de 1992, 65-68.

Universidad Nacional Autónoma de México, *Informe 1991, México 1992*.

Unisys, *Open A Series: Standard Interfaces for Superior Systems*, noviembre de 1992.