

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

**Creación de un programa computarizado, para el registro de
pacientes y presentación de resultados en el laboratorio clínico de la
Unidad de Salud de la Universidad de San Carlos de Guatemala.**

Informe de Tesis

**Presentado por:
Juan Francisco López Bernard**

Para optar al título de:

Químico Biólogo

Guatemala, septiembre del 2003

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

**Creación de un programa computarizado, para el registro de
pacientes y presentación de resultados en el laboratorio clínico de la
Unidad de Salud de la Universidad de San Carlos de Guatemala.**

Juan Francisco López Bernard

Químico Biólogo

Guatemala, septiembre del 2003

**HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

M. Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán	Decano
Licda. Jannette Sandoval Madrid de Cardona	Secretaria
Licda. Gloria Elizabeth Navas Escobedo	Vocal I
Lic. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Dr. Federico Adolfo Richter Martínez	Vocal III
Br. Carlos Enrique Serrano	Vocal IV
Br. Claudia Lucía Roca Berreondo	Vocal V

ACTO QUE DEDICO

AL PADRE CREADOR DEL UNIVERSO

A MIS PADRES Como agradecimiento a sus esfuerzos

A MI ESPOSA Por ser fuente inagotable de amor y comprensión

A MIS HERMANOS Carlos, Ana María, Luis, Eugenia, Ileana, Aroldo y en especial a Rosa por ser como una madre para mi.

A MI FAMILIA En especial a Doña Rosita vda. De Chew, por su cariño especial.

A MIS AMIGOS Neto, Simón, Pascual, Casiano y Marilu, por su apoyo incondicional.

A LA FUNDACIÓN MASÓNICA "JOHN WILLIAM HALL" Por el valioso apoyo que me brindaron durante mi carrera.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS como una pequeña retribución de lo mucho que me ha dado.

A LA UNIDAD DE SALUD

A MIS CATEDRÁTICOS Y MAESTROS

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer la valiosa colaboración de las siguientes personas:

A mis Asesores, Licda. Juana Alicia Castellanos y Lic. Federico Nave, por compartir esta inquietud y dedicar parte de su tiempo en desarrollarla.

A mi revisor, Dr. Rubén Velásquez por sus valiosos aportes para este estudio.

Al personal y estudiantes de la Unidad de Salud, por brindarme parte de su tiempo para poder realizar esta investigación.

Al Lic Marcos Campos y DPC Medlab de Guatemala, S.A.

Al Ing. Ciro Vargas Clemow, por permitirnos utilizar su rutina para impresión bajo Windows.

Juan Francisco López Bernard
Autor

Licda. Juana Alicia Castellanos
Asesora

Lic. Oscar Federico Nave
Asesor

Dr. Rubén Velásquez
Revisor

Licda. Alba Marina Valdés de García

Directora

M. Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán
Decano

INDICE

I. Resumen	1
II. Introducción	3
III. Antecedentes	4
IV. Justificación....	20
V. Objetivos.....	21
VI. Hipótesis	22
VII. Materiales y Métodos.....	23
VIII.Resultados	26
IX. Discusión de Resultados	30
X. Conclusiones.....	32
XI. Recomendaciones.....	33
XII. Referencias.....	34
XIII.Anexos	40

I. RESUMEN

Tomando en cuenta la cantidad elevada de pacientes que asisten a los laboratorios clínicos de los subprogramas de Experiencias Docentes con la Comunidad (EDC) de Química Biológica, se hace necesaria, la agilización del manejo y reporte de resultados. El uso de la computadora y los métodos informáticos, en todas las ramas de la ciencia y sus aplicaciones tecnológicas, la ha convertido en una herramienta de gran utilidad para el procesamiento de datos y la agilización de la presentación de los mismos. Una de las ventajas que ofrecen los sistemas informáticos es que pueden ser comprendidos o pueden estar diseñados para diferentes niveles de preparación académica, por lo que pueden implementarse de forma tan simple que pueden ser utilizados por casi cualquier persona sin un entrenamiento previo en informática.

Existen en el mercado programas para el manejo y correlación de datos estadísticos, pero ninguno de ellos facilita lo suficiente el manejo de la información obtenida en los exámenes clínicos, ni tampoco se obtiene la especificidad necesaria para ser aplicados en el laboratorio clínico. El objetivo fundamental de este trabajo, es llenar el vacío existente en software para el registro e informe de los resultados de los exámenes realizados; diseñando, evaluando e implementando un programa de computación específico en el registro de pacientes y presentación de resultados.

Para cumplir este objetivo, se elaboró un programa de computadora para el laboratorio clínico de la Unidad de Salud de la Universidad de San Carlos de Guatemala, utilizando como lenguaje de programación Clipper 5.3. Dicho programa se estructuró de acuerdo a la metodología actual de trabajo, que consiste en transcribir a mano los resultados a la hoja de reporte y a libros de registro.

Una vez libre de errores, se obtuvo un programa generado específicamente para el laboratorio clínico de la Unidad de Salud de la Universidad de San Carlos, por lo que no puede utilizarse en otras computadoras, ya que la forma de trabajo es cerrada y específica para este laboratorio. Posteriormente se realizó una comparación del tiempo que tomaba registrar los resultados utilizando el método tradicional de reporte contra el método computarizado. Obteniéndose como resultado una reducción promedio del 45% en el tiempo de reporte, utilizando el método computarizado. Por lo cual puede concluirse que el programa generado, agiliza el tiempo de reporte, mejora la presentación del mismo, además de ahorrar espacio y papelería, ya que sustituye a los libros de registro por bases de datos que, a criterio del usuario, se respaldan en unidades de disco flexible (back up), a intervalos de tiempo definidos por el mismo.

II. INTRODUCCIÓN

Una herramienta de gran utilidad para todas las ramas de la ciencia lo constituye el uso de la computadora y métodos informáticos para el procesamiento de datos y la agilización de la presentación de los mismos.

Existen en el mercado programas para el manejo y correlación de datos estadísticos, pero ninguno de ellos facilita lo suficiente el manejo de la información obtenida en los exámenes, y tampoco se obtiene la especificidad necesaria para ser aplicados en el laboratorio clínico.

El objetivo fundamental de este trabajo, es llenar el vacío existente en el registro e informe de los resultados de los exámenes realizados; diseñando, evaluando e implementando un programa de computación específico en el registro de pacientes y presentación de resultados.

Tomando este hecho en cuenta, se realizó un programa utilizando como lenguaje Clipper 5.3, con el fin de acoplarse al procedimiento tradicional de reporte de resultados, para las áreas de hematología, urología, coprología y varios, en el laboratorio clínico de la Unidad de Salud de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Una vez libre de errores,

se realizó una comparación del tiempo que tomaba registrar los resultados utilizando el método tradicional de reporte contra el método computarizado.

III. ANTECEDENTES

A. Historia

La computadora digital, se hizo accesible para su uso general a finales de los años 50. Estos primeros sistemas proveían pocos accesorios orientados al usuario y requerían considerable conocimiento y capacidad para su uso. Los primeros sistemas, tenían una orientación por lotes y soportaban una tarea solamente. Estas computadoras eran grandes, requerían espacios preparados especialmente y, su costo bastante alto. Además para su utilización se necesitaba entrenar al personal, ya que requería de mucha preparación para utilizarlas (1,2)

Al inicio de los sistemas de información, existieron muchas dificultades en la aplicación de los mismos, debido a las limitaciones de tecnología existentes en la época, ya que en muchas ocasiones, los resultados de los exámenes debían ser impresos en tarjetas perforadas y, leídos en una unidad especial que muchas veces se encontraba a una distancia considerable de el laboratorio y los pacientes, lo que tomaba mucho tiempo, a veces días (2,3).

Con el advenimiento de las computadoras personales, en los años 80, muchas de estas dificultades fueron dejadas atrás, ya que esta tecnología ofrecía mayores ventajas a las anteriores, entre las que se cuenta, menor espacio, costo más accesible y una variedad de lenguajes de bajo nivel (accesibles a cualquier persona), que las anteriores, además de una gran disponibilidad de software comercial, para realizar aplicaciones en los diferentes campos de trabajo (4,5).

En este nuevo milenio, se cuenta con un avance tecnológico mayor, poniendo al alcance de cualquier persona la computación, a través de sistemas interactivos y computadoras cada vez más pequeñas y potentes, así como el desarrollo de la red mundial de información (World Wide Web) y el correo electrónico, agrupados en el complejo Internet, que pone al alcance de los usuarios la información que necesiten; por lo tanto, los sistemas de información del laboratorio, son en la actualidad de mucha utilidad (6).

B. Sistemas de información en el laboratorio

Los Sistemas de Información de Laboratorio (SIL) son sistemas de computación elaborados, diseñados para manejar los problemas de recopilación, organización e información del laboratorio clínico (7).

El número de pruebas que efectúa un laboratorio, aumenta día con día, así también aumenta el número de pacientes que acude al mismo. Generalmente el registro de

pacientes, así como el reporte de los resultados, son generados de manera manual, lo que toma mucho tiempo y es necesario tener una persona dedicada a estas labores, y que además, se encuentre entrenada para evitar cualquier error.

La necesidad para la asistencia en el procesamiento de datos, ha conducido a la creación de formas más rápidas de reporte y registro de resultados, los Sistemas de Información del Laboratorio (SIL). Los SIL, integran computadoras sofisticadas y software para servir necesidades específicas del laboratorio y otros componentes del sistema clínico-hospitalario (6).

C. Componentes del sistema

Un sistema de computación posee dos principales componentes conceptuales, la máquina o parte mecánica en sí (hardware) y las instrucciones y datos utilizados en su operación (software) (7).

1. Hardware

Son todos los componentes físicos que posee un sistema para su correcto funcionamiento. Generalmente, el Hardware que utilizan los SIL, está compuesto por:

a. Computadora La computadora la integran, la Unidad Central de Proceso o CPU (del inglés Central Process Unit), que constituye la parte central o "cerebro" de la computadora.

b. Componentes para Almacenaje de Memoria Constituyen el segundo componente de los SIL; incluyen la memoria de la computadora, discos flexibles, discos duros y sistemas de almacenaje tipo backup, como datacartuchos o discos ZIP (8).

c. Componentes para ingreso de información Por medio de éstos, el usuario (persona que utiliza el sistema), se comunica con el CPU, e incluyen: teclado, que es la vía más común para el ingreso de datos, monitores sensibles al tacto, punteros o "pointing devices" como el ratón o mouse, track ball y lápiz de luz, y actualmente muy utilizado en varios SIL, los lectores de códigos de barra (9).

d. Componentes para salida o visualización de la información El componente más común para visualizar la información, es sin duda alguna el monitor, existen también impresoras para plasmar la información en papel, e interconexiones a instrumentos a través de puertos, que es una parte de la computadora especial para la salida de información, como el denominado RS232C, que permite el intercambio de información entre la computadora y casi cualquier instrumento que lo posea, actualmente se ha hecho popular la utilización de modems para intercambiar información entre computadoras (7,8).

2. Software

Está constituido por el conjunto de instrucciones que hacen que la computadora ejecute una u otra labor (7).

Puede encontrarse dividido en

a. Lenguajes Los lenguajes de computadora son una serie de instrucciones, que le indican a la computadora diferentes actividades, las cuales al agruparse de una manera específica forman los llamados programas. Los lenguajes se dividen en:

i. Lenguajes de Bajo nivel : Estos constan de instrucciones complejas, que no tienen ningún significado al usuario pero sí para la computadora, por lo que requieren un entrenamiento mayor y de mucha más lógica para su programación, ejemplo de estos lenguajes es el "assembler" (7).

ii. Lenguajes de Alto nivel : El tipo de instrucciones que éstos utilizan, sí tienen un significado para el usuario y para la máquina, por lo que su aprendizaje es mucho más sencillo y no requiere de una preparación muy alta; ejemplo de ellos son los lenguajes, "basic", "C", "clipper" y "visual basic" (10,11).

Estos lenguajes de alto nivel, pueden ser de tipo estructurado y no estructurado. En los de tipo estructurado, las instrucciones deben de seguir un orden específico; mientras que en los no estructurados, las instrucciones pueden ponerse a gusto del programador (10,11).

Para el funcionamiento de los programas, los lenguajes constan de un intérprete, el cual traduce las instrucciones de tipo usuario a instrucciones que la máquina pueda ejecutar. Sin embargo en este caso, los programas para su ejecución, deben ser llamados o invocados desde el intérprete. Esto significa un mayor tiempo en su

carga y una ejecución más lenta. Para resolver este problema existen los compiladores.

Un compilador es un programa que lee un programa escrito en un lenguaje (el lenguaje fuente) y lo traduce a un programa equivalente en otro lenguaje (lenguaje blanco). Los lenguajes blanco pueden ser otro lenguaje de programación o el lenguaje máquina de cualquier computadora, ya sea entre un microprocesador y una súper computadora. Los compiladores se clasifican como: paso simple (single-pass), paso múltiple (multi-pass), Carga y listo (load-and-go), debugging (detección y corrección de errores) y de optimización (ya sea de espacio físico o de memoria) (12).

b. Paquetes : Los paquetes son programas de tipo comercial que realizan funciones específicas, dentro de ellas se puede mencionar, manejo de registros, contabilidad, graficadores, diseños arquitectónicos, escritura de documentos, juegos, agendas electrónicas, integradores de ambientes (WINDOWS^R), etc., ejemplos de paquetes son: WORD^R, POWER POINT^R, EXCEL^R, AUTOCAD^R, OUTLOOK^R, CHEM^R (diseñador de moléculas) , etc.

D. Aplicaciones a los sistemas de información en el laboratorio

La mayoría de SIL, son programas desarrollados siguiendo diferentes métodos que generalmente son:

1. Sistemas Expertos

Un sistema experto es un programa de computadora que intenta capturar el conocimiento y experiencia de uno o más expertos humanos a manera de hacer disponible dicha experiencia al usuario del programa (13).

Opera de manera similar a un humano experto. Tiene un almacenaje de conocimientos que consiste en hechos y reglas acerca de los hechos. Este almacenaje se conoce como base de conocimiento o "knowledge base" (13).

Generalmente ha tenido su aplicación en sistemas que requieren toma de decisiones, como por ejemplo el sistema VALAB^R, MYCIN^R; en los cuales el usuario, generalmente un médico, ingresa su diagnóstico presuntivo en la computadora y, ésta muestra los análisis de laboratorio para poder llegar a un diagnóstico final (14-16).

También se ha utilizado para asistir en la solución de problemas técnicos con el equipo (troubleshooting), donde el programa después de unas preguntas, propone la solución al problema. También ha sido utilizado para evaluar los procedimientos en el laboratorio clínico y las buenas prácticas (17-19).

Otra aplicación de los sistemas expertos ha sido la interpretación de pruebas de orina. Así como el diagnóstico de ictericia (20,21).

2. Manejadores de Bases de Datos

Muchos de los sistemas de información en el laboratorio utilizan bases de datos. En una base de datos la información, normalmente, se organiza y se mantiene en una tabla

compuesta por filas y columnas. Cada fila está relacionada con las otras, porque todas ellas contienen el mismo tipo de información establecida en un orden determinado, se trata entonces de una base de datos. Las filas en un archivo de bases de datos se llaman registros y las columnas se llaman campos (22,23).

Existen algunos manejadores de bases de datos que poseen un lenguaje en el cual pueden realizarse aplicaciones o programas, como los SIL (24).

Entre las aplicaciones de las bases de datos se cuentan análisis de costos para laboratorios, mantenimiento de resultados, reportes, etc (25).

3. Hojas Electrónicas

Una hoja electrónica es un reticulado o parrilla de celdas con una disposición de columnas y de filas. Las celdas contienen datos en forma de palabras números o fórmulas. En las hojas electrónicas pueden realizarse una amplia gama de cálculos: financieros, estadísticos, calendarios, lógicos, matemáticos y relacionados con textos (26).

Entre las aplicaciones reportadas se encuentran hojas electrónicas para realizar cálculos generales en el laboratorio, como estadísticas, valores hematológicos, coeficientes de variación, control de calidad y realización e impresión de gráficas de Levey-Jennings y, se ha utilizado también para la comparación de métodos de acuerdo a estándares de la NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards) (27-29).

E. Funciones de los SIL

Las funciones que estos sistemas realizan en los laboratorios son las siguientes:

1. Recolección de Datos

Comprende no solamente el ingreso de datos a una base de datos, sino que también la solicitud de exámenes a distancia y el manejo de resultados de muestras y los datos referentes a las mismas.

a. Identificación de Pacientes : La entrada de solicitudes de laboratorio es el proceso por el cual las requisiciones para pruebas de laboratorio, ordenadas para un paciente específico, se ingresan al SIL. El SIL puede estar conectado a los sistemas de información en el hospital (SIH), que constituye el sistema de manejo y procesamiento de datos en el hospital, por lo que pueden ser efectuadas las solicitudes desde las unidades hospitalarias, como por ejemplo la unidad de cuidados intensivos o desde la clínica del médico (30,31).

Actualmente existen sistemas para solicitar los exámenes a distancia, lo cual significa no sólo dentro de las instalaciones dentro del hospital, sino fuera de ellas, utilizando los beneficios de la supercarretera de la información y la World Wide Web.

Se encuentran disponibles diferentes sistemas de este tipo como por ejemplo EUCLIDES^R, el sistema LOINC^R. Algunos de estos sistemas se encuentran abiertos para que cualquier persona solicite sus exámenes de laboratorio, algunos otros como el sistema de OpenLabs se encuentra solamente abierto para los médicos (32-36).

Algunos SIL han implementado ayudas donde se racionaliza el uso de los exámenes para evitar que se hagan exámenes innecesarios, dichas aplicaciones se han hecho especialmente en el área de Química Clínica y a través de la utilización de protocolos que son programas que controlan, monitorean y modifican las solicitudes de los pacientes (37-39).

b. Identificación de Muestras : En la actualidad existen dos tipos de identificación de la muestra, el primer tipo es la forma tradicional manual en el cual una persona marca el número de acceso de paciente sobre la muestra o bien el número de acceso de la muestra y, con la utilización de archivos computarizados o manuales para la identificación posterior de las muestras y sus resultados. El otro método lo constituye la utilización de código de barras, en donde la información del paciente se ingresa manualmente y se imprime en una etiqueta con el código de barras que en sí contiene la información del paciente (nombre, sexo, edad, fecha, etc), tipos de análisis a realizar y número de muestra. Este sistema ofrece mayores ventajas, debido a que disminuye espacios, evita el error humano, es más rápido en su lectura, la lectura es automatizada, y evita pérdidas o confusiones de las muestras (40).

2. Generación de Resultados

La generación de resultados se refiere al proceso o conjunto de procesos por medio del cual se manejan y procesan las muestras para obtener el resultado de un análisis específico. Los SIL ejecutan estas tareas a través de diferentes maneras: Para el manejo de las muestras se ha propuesto la utilización de robots en el laboratorio clínico, los cuales se encargan generalmente de la agitación de las muestras y en muchas ocasiones del transporte de las mismas, también existen sistemas neumáticos para su transporte y si se cuenta con lectores de códigos de barras al pasar la muestra por un punto específico, los datos del paciente y de la muestra son ingresados automáticamente (41,42).

Otra tarea que realizan los SIL para generación de los resultados, es la conexión directa a los aparatos, para ello cada sección del laboratorio debe encontrarse equipada con una terminal de computadora que analiza los datos generados por los instrumentos y está conectada a una central formando una red interna de computadoras, que utiliza sistemas como NOVELL^R y el WINDOWS NT (43,44).

Existen numerosas aplicaciones reportadas para la generación de datos entre las que se cuentan:

a. Aplicaciones en Química Clínica:

Para el área de química clínica, se han reportado aplicaciones para el diagnóstico e interpretación de diferentes enfermedades, como hígado graso; también para monitoreo de glucosa en pacientes diabéticos, así como la integración de SIL a diferentes instrumentos de química clínica; todos estos sistemas y aplicaciones

tienen la ventaja de que monitorean constantemente el funcionamiento de los aparatos, además eliminan el error humano y mantienen en muchos casos registros históricos de los resultados, así como la realización y monitoreo del control de calidad tanto de los instrumentos, como de los métodos y se encargan de alimentar la base de datos general para la posterior presentación de los resultados (45-50).

b. Aplicaciones en Hematología:

algunas de las aplicaciones reportadas para hematología comprenden un analizador para la función plaquetaria, integraciones de equipos tales como el SYSMEX[®] NE-8000, que utilizan las ventajas de la interfase RS232 para realizar funciones de reporte de resultados y control de calidad (51,52).

c. Aplicaciones en urianálisis:

En urianálisis ha sido reportada la utilización de los SIL unidos a instrumentos automatizados para la lectura de las tiras reactivas, tales como el CLINITEK-2000[®] de TECHNIKON-BAYER[®] (53).

d. Aplicaciones en Inmunología:

Entre las aplicaciones se encuentra un programa que asiste en la detección y clasificación de gammapatías monoclonales, utilizando un algoritmo diagnóstico que se une a mediciones automatizadas, utilizando un instrumento. Existe también un programa en computadora para que ayude en la interpretación del test ANA

(anticuerpos anti-nucleares), denominado PATTERN PLUS AUDITOR^R. Se ha reportado la utilización del sistema PC-SYSLABS^R que integra los resultados de inmunoensayos y radioinmunoensayos provenientes de varios aparatos (54-56).

e. Aplicaciones a microbiología:

Actualmente se encuentra en desarrollo un sistema denominado HELP^R, el cual básicamente tiene como objetivos, el control de los cultivos realizados a un paciente, la identificación del microorganismo causal de la infección y su posible terapia antibiótica, así como un reporte de los resultados disponibles de una manera clara y rápida al médico. Se pretende que este programa se encuentre interconectado con los diferentes departamentos de un hospital, para que en cualquier momento pueda ser consultada la información contenida en el mismo (57).

Dependiendo del grado de automatización que presenten los sistemas de bases de datos, los programas pueden ser de dos maneras, una en la cual el usuario solamente debe inocular, incubar e insertar en el dispositivo de lectura, que proporcionará la información del microorganismo aislado, un ejemplo lo constituye el programa "Colymorph^R"(58). La otra forma que es más sencilla, utiliza las tablas de diagnóstico, las cuales son guardadas en la memoria de la computadora, y los resultados de las pruebas son ingresados por el usuario en la misma, y al realizar las comparaciones internas con la tabla de diagnóstico, se obtiene el resultado (59,60).

f. Aplicaciones en control de calidad:

Han sido reportadas numerosas aplicaciones, entre las que se cuentan programas que analizan estadísticamente la información generada por cada instrumento, presentan los resultados y generan gráficas. En algunas ocasiones, estos sistemas presentan sugerencias para mejorar la calidad, también son capaces de realizar diagnósticos de la situación en cuanto a calidad de la empresa. Se encuentran otros programas que se utilizan para verificar la linealidad de los instrumentos y que pueden calibrarlos, así como determinar su precisión o imprecisión. Existen programas que se aplican en el control de calidad externo, los cuales tienen como función analizar la información obtenida de los laboratorios participantes en el programa y el análisis y reporte de los resultados, proporcionando sugerencias y realizando un diagnóstico para cada laboratorio participante, ejemplo de este último se tiene el programa PEEC de la Confederación Latinoamericana de Bioquímica Clínica (29,61-64)

3. Ensamblaje de Información y Salida de Datos

Este punto se refiere al proceso de reunir la información generada de los análisis de las muestras, en una base de datos y su posterior reporte. Al igual que la recolección de datos, la presentación de los resultados puede realizarse de dos maneras distintas, la primera es el reporte en papel de los resultados, los cuales se entregan al médico o al paciente mismo. La segunda que es un reporte de resultados a distancia (65).

El reporte en papel de los resultados contiene los datos del paciente y generalmente los resultados se encuentran en un formato de texto, aunque, se conoce la efectividad de reportar gráficamente los resultados en análisis tales como la cuantificación de alfa feto proteínas. Entre los sistemas de reporte a distancia se encuentran el AccessMed^R y Query by Review^R, además de los descritos en la sección de Recolección de Datos (66,67).

4. Producción de Reportes Auxiliares

Además de los resultados del paciente, los SIL pueden generar otros informes, como por ejemplo informes de control de calidad (diarios, mensuales, anuales, etc.), informe de problemas en los aparatos, estadísticas varias, controles de gastos, inventarios de reactivos, informes de pacientes, reportes de proveedores, reportes de rotación de personal, etc (68-70).

5. Almacenaje de Datos

Se refiere a la manera, tiempo y espacio en que van a ser mantenidos los datos de los pacientes y las muestras dentro del sistema, puede ser de dos tipos:

- a. Corto plazo: datos de acceso inmediato y que son recientes, que generalmente se almacenan en el disco duro del servidor (computadora central).

b. Largo plazo: estos datos se utilizan para propósitos históricos, que se almacenan en dispositivos magnéticos, tales como disketes, discos ZIP, data cartuchos, cintas magnéticas y discos ópticos (8).

F. Otras aportaciones de los SIL

1. Aportaciones a Administración

Los SIL, han sido diseñados para mejorar la productividad y competitividad en los laboratorios. Actualmente existen programas orientados a mejorar la eficiencia de los laboratorios a través de la simulación, estos programas simulan el diseño actual del laboratorio, se les alimenta con los datos referentes a equipo, personal, número de pruebas que se realizan, número de muestras, etc., y el programa simula el tiempo que lleva cada uno de los análisis; además presenta recomendaciones para mejorar el tiempo y la calidad de los análisis, ya sea cambiando el diseño de laboratorio, aumentando o disminuyendo el número de personal, etc (71,72).

2. Aportaciones a Administración Financiera

En cuanto a administración financiera existen programas que llevan un inventario de equipos, personal, reactivos, ingresos y egresos económicos del laboratorio (73).

3. Aportaciones a Recursos Humanos

Es conocida la utilización de las computadoras para la capacitación del personal, a través del uso de los programas denominados "Tutores", que son paquetes que llevan paso a paso al usuario en la enseñanza de cierta materia y le enfrenta a casos específicos, así

también evalúa su respuesta a estos casos, detecta áreas débiles y da recomendaciones para su mejoramiento, por ejemplo se tiene el programa ELECTROPHORESIS-TUTOR^R de Beckman Instruments, el cual muestra patrones de electroforesis en suero, con su respectivo diagnóstico y luego evalúa a través de muestras desconocidas. Otro ejemplo TOOLBOOK^R de Asymetrix, que es un tutor de química clínica en el cual se presenta el caso clínico del paciente, los análisis efectuados y sus resultados, solicitándose al usuario la interpretación de los resultados, también se evalúa su respuesta en una modalidad de opción múltiple (74,75).

G. SIL en Guatemala

En nuestro país existen algunos laboratorios que utilizan sistemas de computadora para realizar las tareas de reporte y manejo de pacientes, desafortunadamente no existe ningún estudio documentado acerca de la utilización de los mismos. Sin embargo en 1992 Amorío, desarrolló un sistema basado en el puerto RS232, que conectaba un espectrofotómetro análogo con la computadora; así mismo en 1995, López JF y cols, un grupo de estudiantes de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, desarrolló un programa para la Identificación de Enterobacterias, en el curso de Investigación, obteniendo buenos resultados (76,77).

IV.JUSTIFICACION

Los pocos programas disponibles en el mercado para el manejo de información generada y presentación de los resultados, no están elaborados de acuerdo a las necesidades de los Químicos Biólogos, ya que en su mayoría son elaborados por otras personas ajenas a la profesión. Además, en los subprogramas de Experiencias Docentes con la Comunidad (EDC) de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la cantidad de pacientes que se atiende es grande, y por lo tanto, el manejo de la información generada y presentación de resultados, es un paso crucial para minimizar tiempo y esfuerzo, además evita la pérdida de información debida a extravío de papeletas, hojas de libros de reporte, etc. Es necesario contar con un sistema automatizado para modernizar el registro de pacientes y manejo de información generada, así como para dar una mejor presentación a los resultados.

La Unidad de Salud de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es un subprograma del Programa de EDC, donde se cuenta con un ambiente adecuado para implementar el trabajo, ya que el reporte de resultados es realizado por los estudiantes mismos, lo cual hace una excelente oportunidad para que el estudiante tenga un contacto con la computadora, y pretende ahorrar tiempo en la elaboración del reporte, el cual puede utilizarse para otras actividades.

V.OBJETIVOS

A. Crear un programa computarizado para el manejo de la información generada y la presentación de resultados, acorde a las necesidades de un laboratorio clínico.

B. Implementar el mismo en la Unidad de Salud, como un programa piloto para los subprogramas de EDC.

C. Validar el programa generado, comparándolo contra el método tradicional en cuanto a reducción de tiempo.

VI. HIPOTESIS

Un programa computarizado, en el laboratorio clínico de la Unidad De Salud, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, agiliza el registro de pacientes, y reduce el tiempo de reporte de resultados.

VII. MATERIALES Y METODOS

A.-Universo de Trabajo y muestra:

El universo de trabajo, lo constituyeron los datos y resultados de los análisis efectuados a pacientes en el Laboratorio Clínico de la Unidad de Salud, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se utilizó una muestra, de 31 pacientes con sus respectivos datos y resultados.

B.-Medios

1.-Recursos Humanos

- i. Investigador: Juan Francisco López Bernard
- ii. Asesores: Licda. Juana Castellanos y Lic. Oscar Federico Nave.

2.- Recursos Materiales:

a. Equipo:

i. Para la creación del programa se utilizará el siguiente equipo:

- Computadora personal
- Impresora
- Diskettes de 3 1/2 pulgadas de Alta Densidad
- Lenguaje de Programación Clipper 5.3

ii. Para realizar la evaluación y depuración del programa se utilizará el siguiente equipo:

- Computadora personal
- Impresora
- Cronómetro
- 1 Caja de papel continuo tamaño Carta

C.- Método:

- 1.- Se desarrolló el programa, en dos partes, primero las bases de datos que contienen la información de los pacientes fueron creadas. Segundo se elaboró el programa en sí utilizando como lenguaje de programación el Clipper versión 5.3, además de la librería FastLib versión 4. La programación fue de tipo estructurada y por objetos.
- 2.- Posterior a su creación el programa se compilo utilizando el compilador de Clipper, y se enlazo con el programa Blinker de Clipper.
- 3.- Se depuro el programa hasta encontrarse libre de errores de programación.
- 4.- El programa se instaló en la computadora del Laboratorio Clínico de la Unidad de Salud, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Dicha computadora posee las siguientes características:
 - a. Procesador Pentium III de 1.0 Ghz.

- b. Disco Duro de 20 Gb
- c. Memoria Ram de 128 Mb.
- d. CD Rom 58X
- e. Floppy Disk Drive
- f. Monitor a color de 15 pulgadas
- g. Tarjeta de video SVGA de 8Mb de memoria.
- h. Impresora Cannon BJC 2000

5.- La validación del programa se realizó utilizando los resultados de 31 pacientes, estos datos fueron ingresados al programa para su reporte, así mismo fueron reportados de forma manual, se procedió a cronometrar el tiempo que tomaba cada una de estas actividades.

6.- Se analizaron los datos, procediendo a tabularse y graficarse.

D.- Diseño de la investigación

La investigación fue de tipo descriptivo, tomándose por conveniencia todos los análisis y resultados generados en 31 paciente que asistieron al laboratorio clínico de la Unidad de Salud de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con el propósito de validar el programa creado, comparándolo en función de tiempo a la forma tradicional de procesamiento y reporte.

El análisis descriptivo fue realizado por medio de tablas y gráficas apropiadas.

VIII RESULTADOS

El programa realizado, tiene un tamaño total de 479 Kb, consta de 2 módulos principales que son para ingreso y consulta de resultados, el proceso de ingreso es bastante similar al que se utiliza tradicionalmente, los pacientes se ingresan mediante la opción de ingreso de pacientes, (ver figura II en anexos) luego la computadora genera un número utilizando el correlativo del paciente y la fecha de ingreso, por lo cual pueden utilizarse números para el correlativo repetidos, ya que el código que se genera es único para cada paciente, además en esta parte se solicita el código de la facultad a la cual pertenece el paciente, para ser utilizado con fines estadísticos, que el propio programa genera. Los módulos de resultados son 4 que incluye hematología, coprología, urología y varios.

Al tenerse completos los resultados de cada área, puede procederse a su ingreso, el ingreso de los resultados de hematología (ver figura III en anexos), comprende solamente los datos de VSE, hemoglobina, hematocrito, grupo sanguíneo y Rh, además de una casilla

para observaciones, en la cual pueden ponerse cualquier nota importante para el medico. En este caso como en todos los ingresos de resultados, se digita el correlativo del paciente y la fecha en la cual fue dado de alta en el sistema, el programa realiza automáticamente la búsqueda del nombre y el numero de carnet y procede a desplegarlos en pantalla.

Los módulos de coprología y urología, se distinguen de los demás en que, al momento de ingresar los cristales o parásitos, (ver figura IV y V) se utiliza un código, que puede ser visualizado en cualquier momento digitando la tecla F2, cabe mencionar que al irse familiarizando el usuario con el programa, necesita consultar menos la tabla y por lo tanto se agiliza el proceso de reporte. Para los resultados semicuantitativos, en los cuales se acostumbra a reportar por cruces, el programa entiende el numero 1 como "+"; el 2 como "++" y el 3 como "+++", realizando automáticamente la conversión a la forma tradicional en el momento del reporte.

En cuanto al modulo de varios, (ver figura VI) el programa deja que el usuario ingrese libremente el nombre, resultado y valores normales de la prueba, esto se debe a que en el laboratorio de la Unidad de Salud de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los exámenes varios son muy esporádicos.

Una vez se han ingresado los resultados de todos los pacientes, se procede a la impresión de los reportes, esta se hace de forma secuencial y se utiliza una impresora de inyección de tinta, ya que las impresoras matriciales que a pesar de ser más económica la impresión, están quedando en desuso. Además la impresora de inyección de tinta mejora la presentación del reporte. (ver figura VII en anexos)

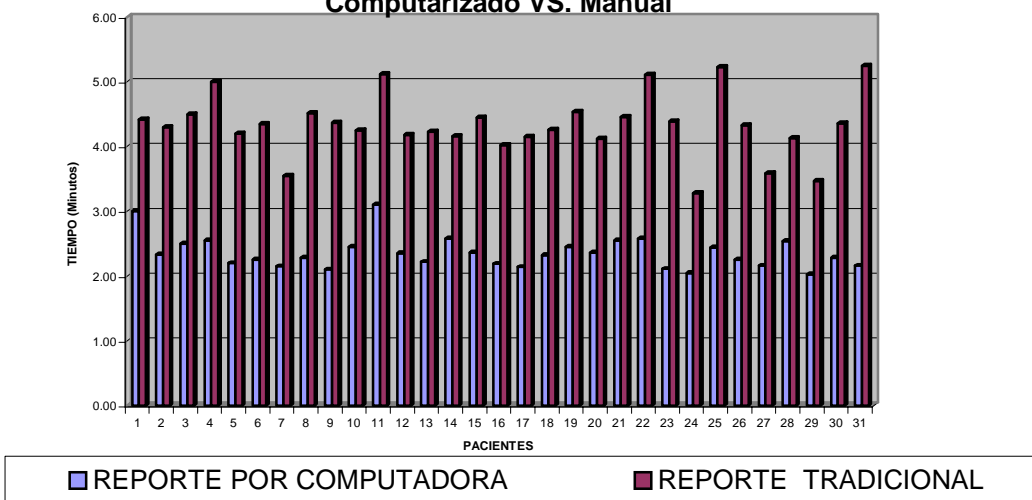
Los resultados quedan almacenados en una base de datos, que se encuentra disponible para el programa en el disco duro de la computadora.

Como resultado de la investigación se obtuvo que para reportar por el método tradicional se toma un promedio de 4.33 minutos, mientras que utilizando el programa se utilizo un tiempo promedio de 2.36 minutos, lo cual significa una reducción promedio del 45% en el tiempo de reporte de los resultados, como puede observarse en la Tabla I y las Graficas I y II. Además a los resultados se les aplico una prueba de t de student pareada, la cual dio como resultado una probabilidad de aceptar la hipótesis nula, es de $6.32 \cdot 10^{-23}$, con lo cual la misma se rechaza y aceptamos la hipótesis alterna la cual nos dice que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las dos formas de reporte.

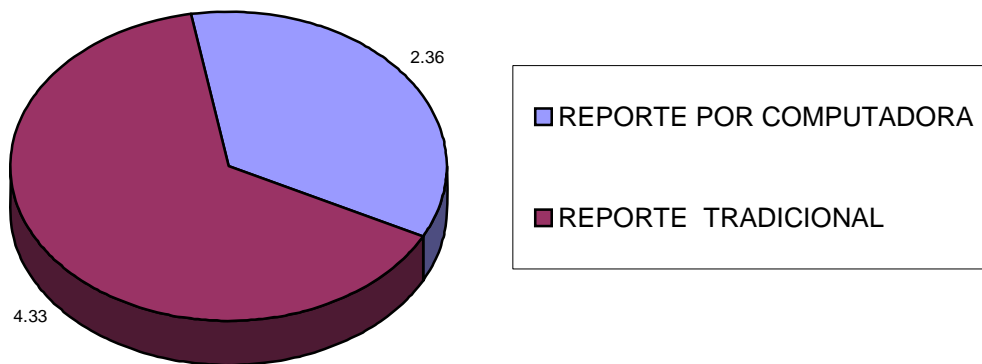
TABLA I. Tiempo de Reporte Tradicional Vs. Computarizado.

PACIENTE No.	REPORTE POR COMPUTADORA (Minutos)	REPORTE TRADICIONAL (Minutos)	DIFERENCIA %
1	3.00	4.42	32.13
2	2.33	4.30	45.81
3	2.50	4.50	44.44
4	2.55	5.00	49.00
5	2.20	4.20	47.62
6	2.25	4.35	48.28
7	2.15	3.55	39.44
8	2.28	4.52	49.56
9	2.10	4.37	51.95
10	2.45	4.25	42.35
11	3.10	5.12	39.45
12	2.35	4.18	43.78
13	2.22	4.23	47.52
14	2.58	4.16	37.98
15	2.36	4.45	46.97
16	2.19	4.02	45.52
17	2.14	4.15	48.43
18	2.32	4.26	45.54
19	2.45	4.54	46.04
20	2.36	4.12	42.72
21	2.55	4.46	42.83
22	2.58	5.11	49.51
23	2.11	4.39	51.94
24	2.05	3.28	37.50
25	2.44	5.23	53.35
26	2.25	4.33	48.04
27	2.16	3.59	39.83
28	2.54	4.13	38.50
29	2.03	3.47	41.50
30	2.28	4.36	47.71
31	2.16	5.25	58.86
PROMEDIO	2.36	4.33	45.62

**GRAFICA I. Comparacion de Tiempos
Reporte de Resultados
Computarizado VS. Manual**



**GRAFICA II. Tiempo Promedio de Reporte
(Minutos)**



IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El programa creado, presenta varias ventajas, en cuanto a la forma tradicional de reporte, como puede observarse en las graficas y tablas de resultados, el reporte generado por computadora toma un 45.6% menos de tiempo que el reporte generado de la manera tradicional, para sustentar estadísticamente este resultado, se aplico un análisis de t de student pareado a los tiempos obtenidos, dicho análisis concluyo que las diferencias encontradas en los métodos, son significativas. Así mismo es importante hacer notar que el reporte en computadora, reduce la utilización de papelería y optimiza el uso del espacio, ya que de la manera tradicional, los resultados eran almacenados en libros, y posteriormente transcritos en la papeleta de resultados, lo cual no es necesario en el reporte generado por computadora, ya que los libros se sustituyen por bases de datos, generadas y actualizadas por el programa, que ocupan un espacio virtual en el disco duro de la misma; así también se ahorra un paso en el diagrama de flujo del reporte, ya que la maquina utiliza estos registros para generar el mismo. De la misma forma cabe mencionar que la presentación se mejora notablemente, y prácticamente la repetición de papeletas por errores cometidos durante la trascripción, se anula, ya que cualquier error puede ser corregido durante el proceso de ingreso de los datos a la computadora, dichos errores también significaban un retraso en la elaboración de los informes en ocasiones de hasta 2 a 3 min. por papeleta.

El programa generado es “amigable”, es decir es de fácil aprendizaje y los datos se ingresan de forma natural, es decir en el orden lógico que se realizan tradicionalmente, por lo que cualquier persona puede utilizarlo, sin necesidad de un entrenamiento intensivo en informática.

Dentro de los cuidados que el usuario debe tener, para no alargar el tiempo del reporte es la seguridad en los datos que se están introduciendo, ya que de lo contrario, se pierde algún tiempo en su modificación.

Otra de las ventajas que presenta el reporte por computadora es la reproducibilidad del reporte, es decir que cualquier persona que lo lea entenderá la misma información, eliminándose dudas con respecto a las diferencias en el tipo de letra de las personas. El uso de este programa, permite al estudiante practicante, familiarizarse con el uso de sistemas computarizados para el registro de resultados.

Podría aun reducirse mas el tiempo de reporte, utilizando una red interna de computadoras, con la cual cada sección ingresaría sus resultados en el momento que se generen, de esta forma evitarían colas en el uso de la computadora, situación que requeriría de una modificación en el programa para crear el soporte para redes.

X. CONCLUSIONES

- A. El programa de computadora generado para el reporte de resultados en el laboratorio clínico de la unidad de salud de la universidad de san Carlos de Guatemala, redujo en un 45% el tiempo de reporte.

- B. El programa mejoro la presentación de los resultados y la reproducibilidad del reporte, eliminando los errores por diferencias en el tipo de letra de cada estudiante, así como los tachones y el uso de corrector.

- C. Se redujo el espacio de almacenamiento y se optimizó el proceso de reporte, al eliminarse el uso de libros de registro.

- D. La sencillez del lenguaje utilizado en este programa, permite que el ingreso de los datos se efectúe en forma rápida, aun cuando no se posea experiencia en el uso de la computadora.

XI. RECOMENDACIONES

- A. Se recomienda el uso de una red interna de computadoras, con una terminal como mínimo, en cada una de las áreas a manera de optimizar el proceso de reporte.

- B. Que se considere la implementación de software similares en otros subprogramas del programa de Experiencias Docentes con la Comunidad (EDC) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala .

- C. Para optimizar el uso de este programa, se recomienda conectar la computadora ubicada en el laboratorio, con la de la secretaria para tener acceso a la base de datos que contiene los nombres y números de carnet de los pacientes a efecto de agilizar el ingreso de los datos generales del paciente.

XI. REFERENCIAS

1. Marques MB, McDonald JM. Defining/measuring the value of clinical information. *Clin Leadersh Manag Rev.* 2000; 14(6): 275-9.
2. Hunter RI. The past and future of laboratory information systems. *Ann Clin Lab Sci.* 1999;29(3):176-84.
3. Assare AL, Caldwell CW. An information system for improving clinical laboratory outcomes. *Proc AMIA Symp.* 2000; 22-6.
4. Mueller S. *Upgrading and Repairing PCs.* USA: QUE Corp, 1999. 1110p. (p. 43-45)
5. Forsman R. The electronic medical record: implications for the laboratory. *Clin Leadersh Manag Rev.* 2000; 14(6): 202-5
6. Nishibiori M. Strategic challenges of the internet to the laboratory informatics. *Rinsho Byori.* 1999;47(10):926-32.
7. Rhoads DG. *Computadoras de Laboratorio.* p. 327-331. (En Kaplan LA, Pesce AJ, comps. *Química Clínica Teoría Análisis y Correlación.* Patrone U, trad. Argentina:Medica Panamericana SA, 1995. XVI+ 1739 p.)
8. Sullivan G. *Laboratory Information System.* p. 242-249. (En Kaplan LA, Pesce AJ, comps. *Clinical Chemistry Theory Analysis and correlation.* 2 ed. USA: C.V. Mosby Co.. 1998. XXVIII+1150+i-63 p.
9. Cardot J.M. et al LIMS: from theory to practice. *Eur J Drug Metab Pharmacokinet.* 1998;23(2):207-12.
10. Thrun F. *Clipper 5.2.* Madrid: Marcombo S.A., 1997. 152p. (p.11-18)

11. García-Badell JJ. Clipper 5. Madrid: Addison Wesley Iberoamericana S.A., 1996. 550p (p. 1-10)
12. Barret C. Compiler construction theory and practice. USA: SRA, 1998. XV+661p. (p. 1-24)
13. Waltine J. Are expert systems “more intelligent” than laboratory doctors?. Clin Biochem. 1999;32(6): 485-6.
14. Valdiguie PM, et al. The performance of the knowledge-based system VALAB revisited: an evaluation after five years. Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem. 1996;34(4): 371-6.
15. Smith BJ, Mc Neely MD. The influence of an expert system for test ordering and interpretation on laboratory investigations. Clin Chem. 1999; 45 (8): 1168-75
16. Ishida H, et al Acquisition of evidence and facts for a consulting service in the department of clinical laboratory to support effective usage of laboratory tests. Rinsho Byori. 1999; 47(9): 823-9
17. Pearlman ES, Wolfert MS, Miele R, et al. Utilization management and information technology: adapting to the new era. Clin Leadersh Manag Rev. 2001; 15(2) 85-8.
18. Innis MD. Clinical problem solving: the role of expert laboratory systems. Med Inform. 1997; 22(3): 251-61.
19. Hopkins T, et al. Development and implementation of an Expert Information Sistem (BRITE) Used in Technical Support of Medical Diagnostics Customers. Clin Chem. 1995; 41(9): 1533- 37.
20. Ivandic M, Ogurol Y, Hoffmann W, et al. From a urinalysis strategy to an evaluated urine protein expert system. Methods Inf Med. 2000; 39(1): 88-92.
21. Alton EW, et al. Solubile: The diagnosis of Jaundice by artificial intelligence. Clin Chem. 1990; 36(6): 1012.
22. Jones E. Aplique el dBASE III Plus. Hernandez L, trad. México: Mc Graw Hill, 1994. 483p. (p.1-5)

23. Gillenson M. Introducción a los sistemas de Bases de Datos. Fournier ML. trad. México: McGraw-Hill, 1995. XVIII+391p. (p.5-33)
24. Charafas DN. Fourth and Fifth generation programming languages. USA: McGraw Hill, Vol 1, 1996. 254p (p 127-44)
25. Workman RD, Lewis MJ, Hill BT. Enhancing the financial performance of a health system laboratory network using an information system. *Am J Clin Pathol.* 2000; 114 (1): 9-15.
26. Baras EM. Symphony guía del usuario. Aguilar LJ, trad. México: Mc Graw Hill, 1987. 311p. (p.1-6)
27. Becich MJ. Information management: moving from test results to clinical information. *Clin Leadersh Manag Rev.* 2000; 14(6): 296-300.
28. Cox CJ. Development of a spreadsheet template for comparison of methods according to NCCLS EP9 guidelines. *Clin Chem.* 1991; 37(6): 953.
29. Kanno T. Investigative application of a laboratory database. *Rinsho Byori.* 2000; 114: 21-5.
30. Casis E, Garrido A, Uranga B, et al. Virtual automation. *Clin Leadersh Manag Rev.* 2001; 15(2): 89-91.
31. Lee e, et al. Implementation of physician order entry: user satisfaction and self-reported usage patterns. *J Am Med Inform Assoc.* 1996; 3(1):42-55.
32. Graziano C. With online test orders, consider compliance. *CAP Today.* 2000; 14(11): 5-6.
33. Scott P, De Moor G. EUCLIDES: a european, and future world standard clinical laboratory data exchange. *Clin Chem.* 1990; 36(6): 1010.
34. Huff SM, Rocha RA, McDonald CJ, et al. Development of the Logical Observation Identifier Names and Codes (LOINC) vocabulary. *J Am Med Inform Asoc.* 1998; 5(3): 276-92.
35. Solberg HE, Gleditsch JG. Open laboratory information systems: a case study. *Scand J Clin Lab Invest.* 1999; 59(1): 33-45.

36. Henricks WH. Information systems issues facing clinical laboratories serving complex integrated delivery systems. *J Healthc Inf Manag.* 2000; 14(3) 55-67.
37. Hindmarsh JT, Lyon AW. Strategies to promote rational clinical chemistry test utilization. *Clin Biochem.* 1996; 291(4):291-9.
38. Kuperman GJ, Teich JM, Tanasijevic MJ, et al. Improving response to critical laboratory results with automation: results of a randomized controlled trial. *J Am Med Inform Assoc.* 1999; 6(6): 512-22.
39. Silverstein JC, Rothschild AS. Clinical perspectives on the modern laboratory. *Clin Lab Med.* 1999; 19(2): 421-432.
40. Narayanan S. Technology and laboratory instrumentation in the next decade. *MLO Med Labs Obs.* 2000; 32(1): 24-7.
41. Neale A. People Skills 101. Laboratory involvement in point of care testing. *MLO Med Lab Obs.* 1999; 31(10): 45-6.
42. Emmerich KA, Quam EF, Bowers KL, et al. The combination of specimen tracking with an advanced AutoLog in a laboratory information system. *J Med Syst.* 1998; 22(3):137-45.
43. Butte AJ, Weinstein DA, Kohane IS. Enrolling patients into clinical trials faster using RealTime Recruiting. *Proc AMIA Symp.* 2000; 111-5.
44. Raya JL. Novell Netware configuración y Administración. España: Addison Wesley Iberoamericana S.A., 1996. 243p. (p.13-15)
45. Won J, Whan K. Development of fuzzy liver function test diagnosis system. *Clin. Chem.* 1992; 38(6): 1020.
46. Sonksen P, Williams C. Information technology in diabetes care "Diabeta": 23 years of development and use of a computer-based record for diabetes care. *Int. J. Biomed Comput.* 1996; 42(1-2): 67-77.
47. Chou D. Integrating instruments and the laboratory information system. *Am. J. Clin. Pathol.* 1996; 105(4): 60-64.
48. Wills S. the 21st. century laboratory: information technology and health care. *Clin Leadersh Manag Rev.* 2000; 14(6): 289-91.

49. Haliassos A, et al. LIS with parallel processing analyzers and access from all hospital terminals. *Clin. Chem* 1995; 41(9): 1354-55.
50. Dolin RH. Advances in data exchange for the clinical laboratory. *Clin Lab Med*. 1999; 19(2): 385-91
51. Ferenc H, Szabados T. PC-Based platelet function analyzer - an integrated system for pharmacological and hematological research. *Clin. Chem*. 1990; 36(6): 1011.
52. Cambus JP, et al. A data management software for the Sysmex NE 8000 hematology analyzer. *Comput. Biol. Med*. 1996; 26(4): 355-9.
53. Giavarina D, et al. An automated urianalysis instrument interfaced with a laboratory information system. *Clin. Chem*. 1992; 38(6): 1019.
54. Jones RG, Whicher JT. A computer programme to assist in the direction and classification of monoclonal gammopathies. *Clin. Chem*. 1990; 36(6): 1008.
55. Astion ML, et al. A computer program that periodically monitors the ability to interpret the antinuclear antibody test. *Clin. Chem*. 1996; 42(5): 836-40.
56. Tomar R. Total laboratory automation and diagnostic immunology. *Clin Diag Lab Immunol*. 1999; 6(3): 293-4.
57. Gardner RM, Pryor TA, Warner HR. The HELP Hospital information system: Update 1998. *Int J Med Inf*. 1999; 54(3): 169-82
58. Guido F, et al. Evaluation of the BITEK 2 system for rapid identification of medically relevant gram-negative rods. *J Clin Microbiol*. 1998; 36(7): 1948-52
59. Wilcox WR et al. Identification of Bacteria by Computer: Identification of Reference Strains. *J Gen Microbiol*. 1973; 77: 291-315.
60. Wilcox WR et al. Identification of Bacteria by Computer: Theory & programming. *J Gen Microbiol*, 1973; 77: 317-330.
61. Inn M, et al. SAS PS/2 workstation with orthogonal (Deming) regression software for clinical chemistry data analysis. *Clin. Chem*. 1990; 36(6): 1012.

62. Weilert M. Software regression testing and quality assurance. *Am. J. Clin. Pathol.* 1996; 105(4): 10-16.
63. Thiers RE, Schall RF. Personal computer program for automatic determination of calibration accuracy and range of linearity for use with clinical analyzers, reagents and procedures. *Clin. Chem.* 1992; 38(6): 1020-21.
64. Thiers RE, Schall RF. Linearity verification software with error-checking data entry, concurrent on screen graphical presentation and NCCLS statistical criteria for DOS-based computers. *Clin. Chem.* 1991; 37(6): 953.
65. Hoeke JO, et al. Evaluation of techniques for the presentation of laboratory data: support of pattern recognition. *Methods Inf Med.* 2000; 39(1): 88-92 .
66. Aller RD. Creating integrated regional laboratory networks. *Clin Lab Med.* 1999; 19(2):299-316.
67. Hripcsak G, et al. Access to data: comparing AccessMed With Query by Review. *J Am Med Inform Assoc.* 1996; 3(4): 288-99.
68. Brown PJ, Sönkensen MP. Evaluation of the quality of information retrieval of clinical findings from a computerized patient data base using a semantic terminological model. *J Am Med Inform Assoc.* 2000; 7: 392-403.
69. Aller RD. Software standards and the laboratory information system. *Am. J. Clin. Pathol.* 1996; 105(4): 48-53.
70. Kuperman GJ. et al. Improving response to critical laboratory results with automation. *JAMIA.* 1999; 6: 512-22
71. Southwick K. Information please-SNOMED answers call. *CAP Today.* 2001; 15(1): 54-6
72. Winsten D. Integrated reporting and interpretation of clinical results. *Clin Leadersh Mang Rev.* 2000; 14(6): 272-4.
73. Simsom K, Gordon M. The anatomy of a clinical information system. *BMJ.* 1998; 316: 1655-8

74. Astion ML, et al. Electrophoresis-tutor: an image-based personal computer program that teaches clinical interpretation of protein electrophoresis patterns of serum, urine and cerebrospinal fluid. Clin. Chem. 1995; 41(9): 1328- 32.
75. Hooper J, et al. Tutorial software for clinical chemistry incorporating interactive multimedia clinical cases. Clin. Chem. 1995; 41(9): 1345-48.
76. Amorín JD. Diseño de un sistema digital basado en microprocesadores para el análisis de la señal proveniente de un espectrofotómetro análogo. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia), 1992. 70p.
77. López J, et al. Programa de computadora para la identificación de Enterobacterias de importancia clínica. Guatemala: Universidad de San Carlos, (Informe final de Curso: Investigación II, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia), 1995. 33p.

XIII. ANEXOS.

Principales pantallas desplegadas por el programa.

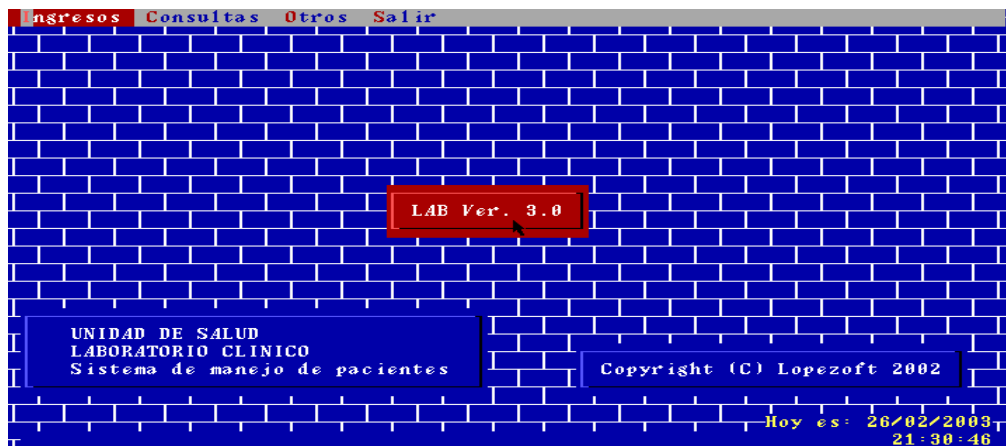


Figura I. Pantalla principal del programa.

Ingresos Consultas Otros Salir

Pacientes
Resultados
Int
Fac

Ingreso de Pacientes

INGRESE EL CORRELATIVO DEL PACIENTE: 01

DATOS GENERALES

NOMBRE: JUAN PEREZ
CARNET: 199901010

Heces:
Hematología:
Orina:
V.D.R.L.:
Otros:
Facultad: 08

Hoy es: 26/02/2003
21:31:08

Figura II. Ingreso de Pacientes.

Ingresos Consultas Otros Salir

Pacientes
Resultados
Int
Fac

Ingreso de Resultados

INGRESE EL CODIGO DEL PACIENTE: 01

NOMBRE DEL PACIENTE: JUAN PEREZ

HEMATOLOGIA

VSE: 14
Hemoglobina: 0.0
Factor RH:

Hematocrito: 45%
Grupo Sanguíneo:

Otros

21:31:19

Figura III. Ingreso de Resultados de Hematología.

Ingresos Consultas Otros Salir
 Pacientes
 Ingreso de Resultados

CODIGO DEL PACIENTE 01
 NOMBRE DEL PACIENTE JUAN PEREZ
 COPROLOGIA DEL ANALISIS: 26/02/2003

Aspecto: DIARREICA Color: CAFE
 Ph: 5 Restos alimenticios: 1
 Moco: 2 Sangre: 3
 Jabones: 1 Almidones: 1
 Grasas: 1 Fibras Musculares: 1
 Parasitos: 2 Quiste de Entamoeba coli

Presione F2 para ver parasitos

Otros: 21:32:08

Figura IV. Ingreso de Resultados de Coprología.

Ingresos Consultas Otros Salir
 Ingreso de Resultados

CODIGO DEL PACIENTE 01
 NOMBRE DEL PACIENTE JUAN PEREZ
 UROLOGIA FECHA DEL ANALISIS: 26/02/2003

Color: Aspecto:
 Densidad: 0.000
 Bioquímica: pH: 0

Celulas epiteliales: Moco: Leucocitos:
 Eritrocitos: Bacterias:
 Cristales:

Presione F2 para ver Cristales

Hoy es: 26/02/2003
 21:32:22

Figura V. Ingreso de Resultados de Urología.

The screenshot shows a menu bar with options: **Ingresos**, **Consultas**, **Otros**, and **Salir**. Below the menu is a window titled **Pacientes** with a sub-window titled **Ingreso de Resultados**. The main area contains the following text:

CODIGO DEL PACIENTE 01
NOMBRE DEL PACIENTE JUAN PEREZ
ESPECIALES DEL ANALISIS: 26/02/2003

Glucosa: 90 mg/dl V.N. 70-110 mg/dl

A mouse cursor is positioned over the text "V.N. 70-110 mg/dl". The bottom right corner of the window displays the time **21:33:11**.

Figura VI. Ingreso de Resultados Varios.

INFORME DE LABORATORIO CLINICO

Nombre: Juan Perez _____ Carnet# 199901234 _____ Fecha 01/01/2003 No. Lab 01 _____

EXAMEN DE HEMATOLOGIA

Hemoglobina 15 _____ g/dl

Hematocrito 45 _____ %

Velocidad de eritrosedi-
mentación 10 _____ mm/hr

Grupo sanguíneo O _____

Factor Rh POSITIVO _____

Observaciones: _____

EXAMEN DE HECES FECALES

Macroscópico:

Aspecto FORMADA _____ moco + _____ Sangre _____

Restos alimenticios ++ _____ Otros _____

Microscópico:

Parásitos No se encontraron _____

Almidones + _____ Grasas + _____

Fibras musculares + _____ Jabones _____

Observaciones _____

Estudiante responsable Químico Biólogo supervisor

Estudiante responsable Químico Biólogo supervisor

EXAMEN DE ORINA

Macroscópico:

Color AMARILLO _____ Aspecto LIG. TURBIO _____

Densidad 1.020 _____

Bioquímico: _____ pH 5 _____

Sedimento:

Leucocitos 2 _____ xcampo Eritrocitos 2 _____ xcampo

Celulas epiteliales + _____ Moco + _____

Cristales: _____

Cilindros _____

Observaciones: _____

Estudiante responsable Químico Biólogo supervisor

EXAMENES VARIOS

GLUCOSA: 75mg/dl 70-110 mg/dl

NOTA: + = ESCASOS

++ = REGULAR CANTIDAD

+++ = ABUNDANTES

Estudiante responsable Químico Biólogo supervisor