

# Sistema Informático de Gestión de Departamentos de Ingeniería Clínica

Lucas M Palavecino Ruiz, Luis Rocha, Marcelo Vázquez, Viviana Rotger y Juan Manuel Olivera  
*Departamento de Bioingeniería, Fac. Ciencias Exactas y Tecnologías, UNT*  
*jolivera@herrera.unt.edu.ar*

**Resumen**— El siguiente trabajo presenta el desarrollo de un sistema informatizado de bases de datos orientado a la gestión de las tecnologías involucradas en el cuidado de la salud. La problemática abordada nace del hecho que en la provincia de Tucumán se está impulsando la instrumentación de políticas encaminadas al aprovechamiento eficaz del equipamiento médico contenido en sus Hospitales y Centros de Atención Primaria. El sistema desarrollado asiste a la Gestión de Tecnologías Médicas (GTM) al permitir a sus usuarios realizar las tareas de: a) Gestión de Inventario, b) Estudio de ciclo de vida de equipos médicos y c) Generación de Planes de Mantenimiento.

Como base para la elaboración de este sistema se tomaron en cuenta los trabajos previos en el ámbito, desarrollos con características similares a las deseadas y las necesidades locales en lo referido a GTM. Actualmente se encuentra operativo y está siendo empleado por alumnos de la carrera de Ingeniería Biomédica para relevar el equipamiento de los Hospitales Instituto de Maternidad Nuestra Sra. de las Mercedes y Hospital Avellaneda, para luego continuar con su uso como herramienta de gestión y posteriormente con su implementación en otros hospitales de la ciudad de San Miguel de Tucumán.

**Palabras clave**—Gestión de Tecnologías Médicas, Bases de Datos, Ingeniería Clínica.

## I. INTRODUCCIÓN

EN la actualidad, el campo de la salud confía y depende cada vez más de la tecnología y de los equipos biomédicos. Las instituciones clínicas y hospitalarias han comprendido que la tecnología biomédica constituye una herramienta vital para la práctica efectiva de la medicina ofreciendo y mejorando las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Por lo tanto, existe una mayor dependencia de la tecnología biomédica por parte del personal médico y administrativo del ambiente hospitalario, lo que genera una necesidad de desarrollar procesos de gestión tecnológica que brinden un adecuado desempeño y funcionamiento de la misma.

Por otra parte, hay una incorporación indiscriminada de equipamiento por parte de las instituciones de salud, sin una adecuada información sobre las necesidades reales, estado del desarrollo tecnológico, validez y aspectos de bioseguridad. Esto apareja un desaprovechamiento de equipos e infraestructura por razones como: la existencia de diversidad de marcas e inadecuada distribución del presupuesto para la compra de accesorios, insumos y repuestos, falta de mantenimiento o mantenimiento incompleto realizado por empresas externas, escasa capacitación, entre otros.

Todos estos factores repercuten de forma negativa en la calidad, eficiencia, eficacia, continuidad y economía en la prestación de los servicios de salud a la población. También

se debe tener en cuenta la escasez de recursos humanos técnicos especializados, que imposibilita una adecuada planificación de los mantenimientos preventivos y correctivos, perjudicando la operatividad y produciendo inconvenientes que afectan directamente a la atención de los pacientes que asisten tanto a los Hospitales Públicos como a los Privados.

A partir de esta premisa surge el concepto de Gestión de Tecnologías Médicas (GTM) que implica la realización de planes concretos que involucren a las tecnologías, para asegurar su viabilidad y efectividad, especialmente en costos e insumos. A nivel estatal aún no se observan acciones de mantenimiento coordinado y tampoco se cuenta con un presupuesto de GTM (evaluación de los costos de las necesidades de insumos y repuestos). Esta situación fue dada a conocer oficialmente en noviembre de 2004 cuando, durante las 1ras Jornadas de Evaluación del Desempeño de las Funciones Esenciales de la Salud Pública organizadas por la OPS y el Ministerio de Salud Pública de Tucumán, se realizó una evaluación del Sistema Provincial de Salud (SIPROSA) y sus funciones, siendo Tucumán la primera provincia del país en aplicar este instrumento. Los resultados mostraron la ausencia de Políticas de Gestión y Evaluación de Tecnologías Médicas y se enfatizó la necesidad de implementar políticas por parte del ministerio en dicha dirección en comunión con los organismos de educación superior.

El Gabinete de Tecnologías Médicas (GaTeMe) del Departamento de Bioingeniería (DBI) de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FaCEyT) promueve la implementación de políticas de GTM en la provincia desde hace casi veinte años y recientemente puso en marcha el proyecto *Implementación de un Plan de Gestión de Tecnologías Médicas en los Servicios de Salud Pública de la Provincia de Tucumán* [1].

Hoy en día no hay dudas de la relación entre Calidad de la Prestación de Salud y GTM. Por otro lado, la eficiencia de un Sistema de Salud puede ser evaluado mediante indicadores de Producción-Productividad y por valores estadísticos de Salud Poblacional, que reflejan claramente el impacto y las bondades de las Políticas de Salud aplicadas desde los Organismos de Gobierno.

El desarrollo de este sistema supone la implementación de una tecnología presente hace años en el ámbito de la gestión de Salud como es la informatización de bases de datos. Es importante familiarizarse con los conceptos de adquisición, almacenamiento y uso de información en salud y medicina. Estos son estudiados por la Informática Médica y, actualmente, su mayor reto consiste en solucionar los problemas relacionados a la gestión de información en las instituciones de salud. Esto también involucra a la

información empleada en la gestión de tecnologías puesto que no poseen:

- 1) elementos integradores de datos, encontrándose a menudo dispersos en diversos archivos y formatos
- 2) elementos que aseguren la calidad del ingreso de los datos estimándose que solo el 20% de los ingresados son datos consistentes trayendo como consecuencia que la generación de reportes estadísticos se realicen con gran margen de error
- 3) tecnología adecuada para la gestión de la información, usando arquitecturas de software de décadas pasadas.

El presente trabajo nace en respuesta a la evaluación de la OPS, antes mencionada, como una herramienta de gestión orientada a la capitalización de la meta principal del mismo, “Implementar políticas de Gestión de Tecnológica Médica para mejorar la Calidad de la Atención de la Salud” y tiene por objetivo particular “Implementar un Sistema Informático de Gestión de Departamentos de Ingeniería Clínica”. Este tipo de sistemas se ha convertido en una herramienta clave como soporte en la gestión de tecnologías, ya que posibilita la automatización de muchos de los parámetros que esta involucra. Los datos generados a partir de estos deben ser guardados, estudiados y administrados a fin de obtener información útil.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la aplicación es necesario contar con el manejo de algún lenguaje de programación y de un sistema de gestión de bases de datos adecuados a nuestras necesidades, además de disponer de conocimientos en el ámbito de la Gestión de Tecnologías Médicas. Gran parte de estos conocimientos son adquiridos durante el cursado del ciclo superior de la carrera de grado de Ingeniería Biomédica, principalmente en las materias Informática Médica, Ingeniería Clínica I, Ingeniería Clínica II e Ingeniería Clínica Avanzada, sumados a los conocimientos prácticos que se obtienen en el transcurso de las Prácticas Profesionales Asistidas. Otra fuente son los trabajos científicos que sientan antecedentes en la administración informatizada de un DIC como el propuesto en los artículos *Fully Automated Clinical Engineering Technical Management System* [2] y *Una experiencia en la implementación de un departamento de Ingeniería Clínica en una institución de salud privada* [3] y los estudios llevados a cabo por el DBI en conjunto con el SIPROSA. Estos conocimientos sirven de base para la construcción de un modelo de datos capaz de representar el flujo de información que se tratará de administrar.

Una vez definido el modelo de los datos, se continúa con la programación y, posteriormente, con la elección de un Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD). Estas cuestiones son aquí resueltas empleando el lenguaje Microsoft Visual FoxPro, que está orientado a la construcción de bases de datos y posee un lenguaje nativo fácil de entender, tanto para programadores expertos como principiantes. Además, optando por un software con estas características, no será necesario tener que migrar a SGBD como MySQL, ORACLE o MS SQL Server, tampoco

habría que poner los requisitos mínimos de la PC, sistema operativo, etc

## III. RESULTADOS

A continuación se enumerarán algunas de las principales características del Sistema desarrollado, separándolas en *Individuales*, *Generales* y *Otras* de acuerdo a si corresponden a un equipo en particular, al DIC en sí o a la administración del sistema respectivamente.

### A. Características Individuales

#### i. Gestión de Inventario

Es posible llevar un inventario de todo el equipamiento por el cual se responsabiliza el DIC. El formulario está destinado a la carga y manipulación de los datos del equipamiento a gestionar (Fig. 1).

Fig. 1: Formulario de Gestión de Inventario.

La totalidad de los datos a ingresar fueron exhaustivamente estudiados y elegidos en trabajos anteriores por los miembros del GaTeMe. Estos son los que dan lugar a los campos a completar para cada equipo, dentro de los cuales podemos encontrar:

- Aplicación, Tipo, Nombre ECRI.
- Marca, Modelo, Número de Serie.
- Datos de Placa (alimentación, fecha de fabricación).
- Estado, Accesorios, Equipos Asociados, Ubicación.
- Uso Diario, Mantenimiento, Equipos de Prueba.

A través de este formulario también se pueden realizar consultas para modificar e incluso dar de baja a la información referida a alguno de los equipos médicos, incorporar fotografías y manuales a los mismos, acceder a una vista previa e imprimir un informe con los datos de cada equipo e incluso revisar su Historia Clínica.

#### ii. Historia Clínica

Muestra las tareas de mantenimiento realizadas a un equipo, también permite ver sólo Mantenimiento Preventivo (MP) o sólo Mantenimiento Correctivo (MC) y generar un reporte con los datos observados en la tabla para poder imprimirlos. Este formulario es capaz de filtrar los datos y así observar sólo los MP, los MC o ambos.

#### iii. Generación de Códigos de Barras

Esta herramienta permite a un usuario generar una etiqueta única para cada equipo (Fig.2), así es posible identificarlo rápidamente y así realizar una actualización más dinámica del inventario o consultar características.

Debajo de la descripción de cada equipo es posible ver el código descompuesto en sus componentes.

El GaTeMe ya cuenta con un software de elaboración de etiquetas con códigos de barras, el LabelMatrix 8.00.02, desarrollado para diseñar e imprimir grandes volúmenes de etiquetas. La herramienta incluida en este Sistema solo permite la impresión individual de cada código.



Fig. 2: Etiqueta a Implementar.

#### iv. Planificación de Mantenimiento Preventivo

Las tareas de MP pueden ser programadas automáticamente por el Sistema si se carga su frecuencia de mantenimiento a través de este formulario. Cuando se aproxime la fecha de mantenimiento de cualquier equipo, se notificará al ingresar en el formulario *Tareas Pendientes*.

#### v. Criterio de Incorporación PIC

Antes de optar por la inclusión de un equipamiento en el formulario de *Planeamiento de Mantenimiento Preventivo*, correspondiente al Programa de Ingeniería Clínica (PIC), es altamente recomendable adoptar un criterio de inserción basado en un modelo matemático a fin de optimizar la distribución de los trabajos efectuados por el DIC. Dicho criterio se encuentra desarrollado en el texto *Modelos en Ingeniería Clínica* [4]. Este formulario permite determinar la incorporación o no de un equipo al programa de MP en base a su *función clínica, riesgo asociado y demanda de mantenimiento*. Se utiliza un algoritmo, si el resultado es de 12 o mayor significa se incorpora.

#### vi. Carga de tareas de Mantenimiento

Las tareas de MP y MC pueden ser guardadas empleando distintos formularios. La principal diferencia entre ambos reside en que se identifican tres estados diferentes para una intervención de MC los cuales son: *Nuevo Pedido, Inicio de Tareas y Tareas Terminadas*, dependiendo del momento en que se solicita una reparación, se la comienza y se la finaliza respectivamente. Mientras no se finalicen las tareas a un determinado equipo, estas figuran en la tabla de Tareas Pendientes.

### A. Características Generales

#### i. Historia Clínica del DIC

Permite observar la totalidad de las tareas de mantenimiento realizadas por el DIC, filtrarlas de acuerdo a parámetros como *Marca o Tipo de Mantenimiento* y generar los respectivos reportes. Las posibilidades de filtrado son mayores que las de un equipo.

#### ii. Recordatorio de Tareas Pendientes

El Sistema cuenta además con un formulario destinado a la notificación de las tareas de Mantenimiento Preventivo cuya fecha de ejecución se encuentra próxima (en un rango de + -10 días), las tareas de MP pendientes y las de Mantenimiento Correctivo inconclusas. Para que un equipo tenga la posibilidad de figurar en este formulario, debe ser

añadido previamente al *Planeamiento de Mantenimiento Preventivo*.

#### B. Otras Características

##### i. Gestión de Personal

##### ii. Gestión de Instituciones

##### iii. Agenda de Proveedores

##### iv. Administración de Cuentas

##### v. Asignación de Permisos

##### vi. Auditoría de Formularios

##### vii. Ayuda

##### viii. Soporte para trabajo en red con otras terminales

Es posible emplear este desarrollo como una aplicación Cliente/Servidor permitiendo realizar sus funciones y aplicaciones en un servidor de archivos dedicado. En esta estructura, la computadora que reside por encima de otra se denomina *servidor*, y las computadoras de nivel inferior se denominan *clientes*. Los clientes solicitan servicios (datos o procesos), y el servidor los proporciona.

## IV. CONCLUSIÓN

La puesta en marcha de un Sistema como éste ha de realizarse de manera progresiva, avanzando de menor a mayor y contando siempre con una celosa supervisión a fin de evaluar no sólo el uso correcto y la presencia de errores sino, también atender las sugerencias por parte de los operarios y así permitir el crecimiento de la aplicación.

Previamente se indicó que este Sistema forma parte del proyecto *“Implementación de un Plan de Gestión de Tecnologías Médicas en los Servicios de Salud Pública de la Provincia de Tucumán”* llevado adelante por el GaTeMe, sumado al personal docente que lo integra, la iniciativa cuenta con un equipo de alumnos de la carrera responsables principalmente de llevar a cabo las tareas de campo, como el relevamiento de los equipos pertenecientes a los servicios del Instituto de Maternidad y Ginecología Nuestra Señora de las Mercedes y del Hospital Avellaneda. Este grupo se encuentra trabajando en este momento en la aplicación de las etiquetas con códigos de barras y de la carga de los equipos en el Sistema de Gestión. El siguiente paso consistirá en obtener los datos de los servicios restantes y de este modo instalar el Sistema en ambas instituciones para comenzar con el uso de sus herramientas de gestión de mantenimiento.

El DBI ya cuenta además con el consentimiento del Hospital Ángel C. Padilla y Hospital del Niño Jesús para comenzar con las mismas actividades. Esto dará la posibilidad de que el Departamento de Electromedicina y Producción, perteneciente a la Dirección General de Mantenimiento Hospitalario del SIPROSA, incorpore el sistema para la gestión de la información obtenida en los hospitales de cabecera a partir de su uso. En principio esto solo se podría lograr cargando individualmente las bases de datos de cada institución, principalmente a causa del volumen de datos manejados. El paso siguiente es que cada institución posea terminales conectadas a un servidor central destinado al almacenamiento y gestión de la información proveniente de los hospitales.

Otra posibilidad de crecimiento se encuentra en la incorporación de nuevas funcionalidades sumadas a las

actualmente disponibles, a fin de continuar con el crecimiento del sistema y ofrecer más posibilidades de uso en lo referido a la Gestión de Tecnologías. Además de las cualidades ofrecidas, se podrían sumar funciones como la de llevar un control de los repuestos usados por el DIC para el mantenimiento de los equipos. También se pueden incorporar formularios para el seguimiento de las garantías o incluso un soporte para la adquisición de equipamiento. Otra posibilidad radica en la gestión de la auditoría de los servicios tercerizados por el Departamento es decir, de las tareas realizadas por entidades ajenas a la institución.

En definitiva, nos encontramos ante un área de desarrollo que aún dista de haber sido explotada en nuestro país y que, de continuar con el progreso de proyectos como el llevado por el DBI, beneficiará a la integración del trabajo realizado por los Departamentos de Ingeniería Clínica logrando que todos ellos avancen en la misma dirección.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado con fondos del Proyecto “*Implementación de un Plan de Gestión de Tecnológica Médica en los Servicios de Salud Pública de la Provincia de Tucumán de Tucumán*” patrocinado por la SECTIP y por el proyecto CIUNT “*Ingeniería Clínica aplicada al Sistema de Salud Pública en la Provincia de Tucumán*”. El grupo de trabajo agradece especialmente a la dirección del Instituto de Maternidad y Ginecología Nuestra Señora de las Mercedes, al personal médico, enfermeras y técnicos por su permanente apoyo y colaboración. También se agradece la colaboración de la Dirección General de Mantenimiento Hospitalario del SIPROSA

#### REFERENCIAS

- [1] J. M. Olivera, “Implementación de un Plan de Gestión de Tecnologías Médicas en los Servicios de Salud pública de la Provincia de Tucumán”, Proyectos Federales de Innovación Productiva, Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología – Convocatoria 2006.
- [2] D. K. El Ainie et al, “Una experiencia en la implementación de un departamento de Ingeniería Clínica en una institución de salud privada”, Revista Argentina de Bioingeniería, Vol. 13, Noviembre de 2007.
- [3] I. Mobarek et al., *Fully Automated Clinical Engineering System*.
- [4] V. I. Rotger, L.A. Rocha, J. M. Olivera, , “Modelos n Ingeniería Clínica”, Revista Argentina de Bioingeniería, Vol. 13, Nro. 3, Noviembre 2007, ISSN: 0329-5257.