

ARTICULO ORIGINAL

Aplicación de un sistema de información geográfica a la gestión informativa de la tuberculosis pulmonar

Application of a geographical information system for information management on pulmonary tuberculosis

Dr. José Danilo Pacheco González,⁽¹⁾ Dr. C. María Gloria Fabregat Rodríguez,⁽²⁾ Dra. Iliana del Carmen Morffi García,⁽³⁾
Dra. Alina Esther González Hermida.⁽⁴⁾

¹Especialista de I Grado en Medicina Interna. Profesor Instructor. Policlínico "Cecilio Ruíz de Zárate". Cienfuegos.

²Dra. C. Profesora Auxiliar. Centro de Estudios Ambientales. Cienfuegos. ³Especialista de I Grado en Pediatría. Profesora Instructora. Policlínico "Cecilio Ruíz de Zárate". Cienfuegos. ⁴Especialista de I Grado en Pediatría. Profesora Asistente. Policlínico "Manuel Piti Fajardo". Cienfuegos.

¹Second Professional Degree in Internal Medicine. Instructor. "Cecilio Ruiz de Zárate" Polyclinic. Cienfuegos. ²PhD. Assistant Professor. Center for Environmental Studies. Cienfuegos. ³Second Professional Degree in Pediatrics. Instructor. "Cecilio Ruiz de Zárate" Polyclinic. Cienfuegos. ⁴Second Professional Degree in Pediatrics. Assistant Professor. "Manuel Piti Fajardo" Polyclinic. Cienfuegos.

RESUMEN

Fundamento: el programa de la tuberculosis está priorizado dentro del Sistema Nacional de Salud en Cuba. Las dificultades identificadas en el enfrentamiento a la enfermedad están asociadas, directa o indirectamente, a una restringida gestión del conocimiento en el sistema de salud.

Objetivo: aplicar un sistema de información geográfica a la gestión de la información para la tuberculosis pulmonar.

Métodos: estudio retrospectivo descriptivo-correlacional realizado entre el 1 de enero de 1996 y el 31 de diciembre del 2007 que incluyó a los 155 casos nuevos de tuberculosis pulmonar ocurridos en la población de 15 años o más en la provincia de Cienfuegos. Se utilizó el software MapInfo 8.5 para el diseño del sistema de información geográfica. Se combinaron métodos teóricos, empíricos y estadísticos.

Recibido: 22 de octubre de 2010

Correspondencia:

Dr. José Danilo Pacheco González.
Policlínico "Cecilio Ruíz de Zárate"
Calle 45. Esquina 40.
Cienfuegos. CP: 55 100

Dirección electrónica: jmedicina@polcfa2.cfg.sld.cu

Resultados: la exclusión del factor geográfico como elemento de dificultad para la realización de las acciones de prevención establecidas en el programa y la estratificación de la tuberculosis pulmonar según incidencia en los barrios y repartos de la ciudad.

Conclusiones: el sistema de información geográfica diseñado constituye una herramienta tecnológica auxiliar que mejora la gestión de la información para la tuberculosis pulmonar en Cienfuegos como base para disímiles análisis y la generación de nuevos conocimientos.

Palabras clave: tuberculosis pulmonar; gestión de la información; sistemas de información geográfica

ABSTRACT

Background: tuberculosis program is a priority for the National Health System in Cuba. The difficulties encountered in dealing with the disease are associated, directly or indirectly, to a restricted knowledge

Aprobado: 3 de noviembre de 2010

management by the health system.

Objective: to implement a geographical information system to manage information on pulmonary tuberculosis.

Methods: retrospective, descriptive and correlational study conducted between January 1, 1996 and December 31, 2007. It included the 155 new cases of pulmonary tuberculosis in 15 years old patients and on in the province of Cienfuegos. MapInfo 8.5 software was used to design the geographical information system. Theoretical, empirical and statistical methods were combined.

Results: the elimination of the geographical aspect as an obstacle for carrying out preventive actions established in the program and for the stratification of pulmonary tuberculosis according to its incidence in districts and neighbourhoods of the city.

Conclusions: the designed geographical information system is an auxiliary technological tool that improves information management on pulmonary tuberculosis in Cienfuegos as the basis for a variety of analysis and the generation of new knowledge.

Key words: tuberculosis, pulmonary; information management; geographic information systems

INTRODUCCIÓN

El programa de la tuberculosis (TB) es un programa priorizado (PNC) dentro del Sistema Nacional de Salud cubano (SNS).⁽¹⁾ El esfuerzo desplegado en la lucha contra la enfermedad permitió un descenso continuo en su incidencia hasta fecha reciente. Después de una reemergencia transitoria (1992-1997), la dolencia ha continuado su tendencia decreciente; pero ha existido un deterioro progresivo del cumplimiento de los indicadores del programa que han sido atribuidas a deficiencias en el desempeño del personal sanitario para el cumplimiento de las acciones establecidas, en la capacitación, en el proceso de ejecución de las actividades normadas y en la disponibilidad de recursos humanos.⁽²⁻⁴⁾

La existencia de dificultades que no parecen guardar relación entre sí invita a la reflexión sobre el tema. El origen de cada problema planteado puede ser múltiple; pero, a criterio de los autores, representan distintas manifestaciones de una causa común, la limitada gestión del conocimiento (GC) en el sector. Es decir, la combinación de una gestión no idónea de los recursos humanos y de una rudimentaria gestión de información (GI) genera una reducción en la eficiencia de los servicios sanitarios en la actualidad.

El Sistema de Información Estadística del PNC (SIE) cuenta con más de una decena de modelos para la obtención de datos en las diferentes instancias que, después de ser procesados, generan dos grupos diferentes de tablas de salida.⁽¹⁾ El conjunto de acciones que van desde la toma de los datos, el procesamiento de

la información hasta la generación y transmisión de conocimientos, limita en la práctica la discusión, consenso y toma de decisiones en el establecimiento de políticas y la ejecución de acciones en los diferentes escenarios de atención. Adicionalmente, el gran volumen y dispersión de datos disponibles dificulta el acceso rápido a los registros, el análisis simultáneo de diferentes variables y la valoración de los casos en su entorno espacial. Resulta, por tanto, necesario para los propósitos del PNC mejorar el procesamiento informativo, lo cual es factible con la utilización de un sistema de información geográfica (SIG) cuya importancia está asociada a los beneficios derivados de esta tecnología como son: almacenamiento, mantenimiento y recuperación de datos a costos bajos y la optimización de los procedimientos y de los tiempos de acceso a toda la información.^(5,6)

Considerando que la gestión actual de información del SIE es rudimentaria y que mejorarla está en correspondencia con los propósitos del Ministerio de Salud Pública⁽⁷⁾ y la Organización Mundial de la Salud (OMS),⁽⁸⁾ se realizó esta investigación con el objetivo de aplicar un sistema de información geográfica a la gestión de la información para la tuberculosis pulmonar (TBp).

MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo descriptivo-correlacional en el período comprendido entre el 1 de enero de 1996 y el 31 de diciembre del 2007, ambos inclusive, de los 155 casos nuevos de TBp que se presentaron en la población de 15 años o más en el municipio Cienfuegos. Fueron excluidos los pacientes menores de 15 años, los que no residían al momento de su notificación en el municipio y los casos de tuberculosis extrapulmonar y recaída según criterios del PNC.⁽¹⁾

Los datos de los enfermos se obtuvieron a partir del Registro de Enfermedades de Declaración Obligatoria de la TB (modelo 84-01-1) que se encuentra en el Departamento de Estadísticas del Centro Provincial de Higiene y Epidemiología (CPHE) de Cienfuegos, el cual es confeccionado a partir de la información oficial aportada por la Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología correspondiente (UMHE). Posteriormente, los datos fueron verificados con la revisión de los reportes del control de foco (modelo 81-51) que se encuentran en dicho Departamento con la finalidad de garantizar su confiabilidad.

Las variables concebidas para la confección del sistema de información fueron: nombres y apellidos, edad, sexo, ocupación, residencia, área de salud, consultorio del médico de familia, categoría de la TBp (TBp BAAR+ o TBp BAAR-), codificación bacteriológica si procede, tiempo de demora en el diagnóstico y lugar en que se realizó.

Los datos de la población de la ciudad de Cienfuegos por barrios y repartos del Censo Nacional de Población

fueron obtenidos en la Oficina Territorial de Estadísticas de la provincia. La determinación del porcentaje de incidencia en dichas áreas residenciales se obtuvo de la proporción resultante entre el número de casos nuevos presentados en cada zona y la población media del periodo, mayor de 15 años.

Los datos espaciales están contenidos en el mapa digitalizado escala 1:10 000 del municipio Cienfuegos, disponible para el sector de la salud en CD ROM y en las Unidades Provincial y Municipal de Higiene y Epidemiología de Cienfuegos; a partir del proyecto territorial Vigilancia en salud con la utilización de los Sistemas de Información Geográfica en la provincia Cienfuegos, Cuba. (2001)

El SIG estuvo integrado por la interacción de cuatro componentes con un propósito preestablecido (Figura 1): el recurso humano, encargado de diseñar el sistema a partir de un objetivo específico (Gestión de Información sobre TBp), procesar y analizar los datos transformados; el ordenador, como unidad de procesamiento de información, instrumento que permitió el ingreso, almacenamiento y salida de grandes volúmenes de datos; el software seleccionado, cuya función radicó en administrar la base de datos y entregar elementos de análisis espacial para construir los procedimientos especializados requeridos y las bases de datos cartográfica y numéricas.

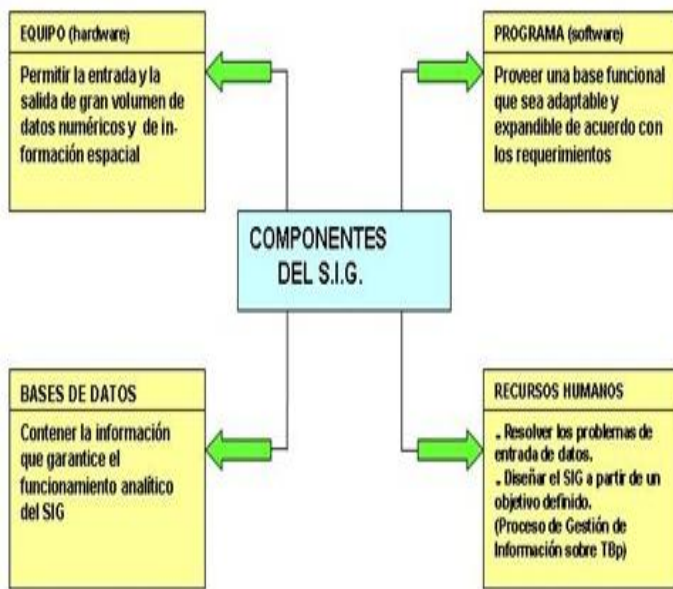


Figura 1. Componentes del sistema de información geográfica.

El flujograma del proceso de gestión de información tuvo tres momentos: la recolección y verificación de los datos, su procesamiento utilizando el software seleccionado y la generación de información y conocimientos. (Figura 2).

Una vez obtenidos y rectificados los datos se confeccionó una base en formato EXCEL y se operacionalizaron sus variables.

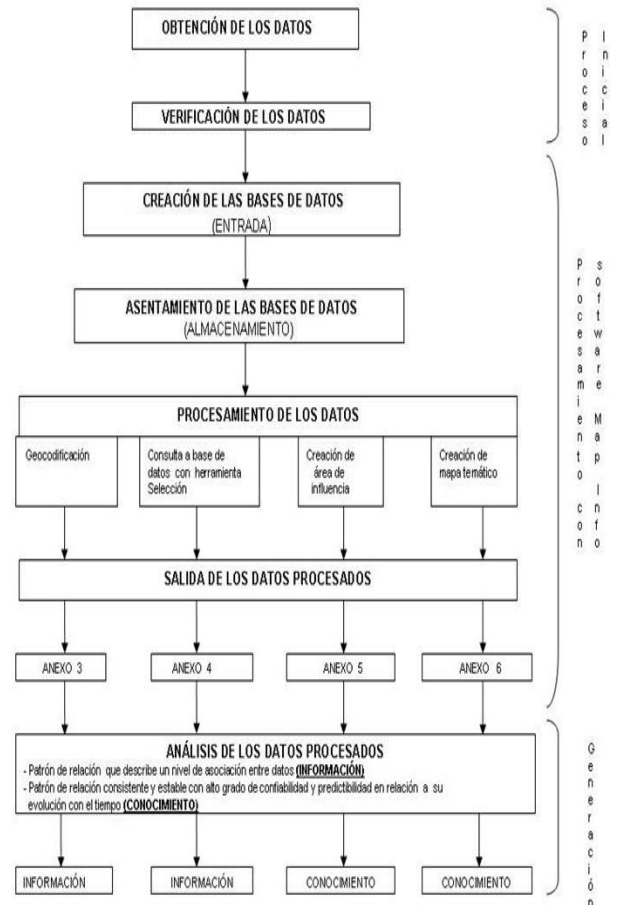


Figura 2: Flujograma del proceso.

El segundo momento estuvo integrado por las etapas de: entrada, almacenamiento, proceso y salida de datos transformados. En la entrada se capturaron los datos espaciales y los datos numéricos. El formato que se utilizó para representar las unidades espaciales fue el vectorial (puntos). Los datos numéricos que integraron los sistemas de bases relacionales de los SIG fueron previamente importados de la base EXCEL a MapInfo, para ello el software elegido tiene implementado el Modelo Relacional de Bases de Datos que permitió la integración de las diferentes fuentes que componen el sistema.

Los registros se almacenaron en medios ópticos (CD ROM) y para ser procesados posteriormente el software cuenta con dispositivos que mantienen enlazados los datos espaciales y los atributos.

En la etapa de proceso, se ejecutaron un conjunto de acciones que permitieron primero la recuperación automática y posteriormente la transformación de los registros mediante el método de extracción de datos (búsqueda y exploración en bases de datos dando por resultado el descubrimiento de patrones significativos susceptibles de conducir a la generación de información y conocimiento),^(9,10) la realización de consultas y el

empleo de las diferentes herramientas de análisis.

En la etapa de salida los datos procesados se expusieron en diferentes formatos y su análisis ulterior permitió la generación de informaciones y conocimientos.

En este punto, se hace necesario definir conceptos que en ocasiones se emplean de modo indistinto, sin embargo no poseen similar acepción como son: dato, información y conocimiento.

Los datos son hechos, circunstancias, caracteres o registros de los objetos que no han sido procesados (están localizados en la realidad). Las informaciones representan el conjunto de acciones que permiten describir, definir o comprender la relación existente entre los datos y sus patrones de asociación para su utilización y, en la práctica, adoptan un papel de mediador entre los datos y los conocimientos. Estos últimos se producen como resultado de la comprensión plena de la información en su contexto alcanzada a través de la experiencia, la observación o el juicio de los objetos examinados de esa realidad. El conocimiento es la identificación de un patrón estable y consistente de relaciones que tiene un alto grado de confiabilidad y predictibilidad en relación con su evolución en el tiempo y se edifica en la práctica diaria del individuo respondiendo a las necesidades, intereses y actitudes, según el contexto histórico – económico – social en que se desarrolla la actividad humana (reside en las personas). La creación de conocimientos ocurre en el proceso de interacción social del hombre. ^(9, 11)

Se seleccionó el software MapInfo 8.5 (MapInfo Corp., New York) por su capacidad de procesar bases de datos con la posibilidad visual de creación de mapas y gráficos que facilitan la observación de patrones y tipos de relación entre los datos de forma rápida y sencilla, siendo compatible con Windows 98, 2000, NT 4.0, XP Professional y XP Home y Office.

Para demostrar las posibilidades del SIG diseñado se trabajó en:

- Geocodificación y visualización (en mapas) de los casos o registros a partir de la conversión de la tabla en Excel a MapInfo.
- Consultas a una base de datos con la herramienta Selección.
- Creación de un área de influencia.
- Creación de un mapa temático.

Para trabajar con la base de datos en MapInfo y visualizarlos en un mapa se dieron los siguientes pasos:

1. Se creó una copia de los datos en formato de MapInfo (.tab)

Para ello se abrió el menú ARCHIVO de MapInfo y se dio clic en ABRIR para mostrar el cuadro de diálogo Abrir, en la lista Archivos de tipo, se seleccionó el formato (.XLS), se desplazó hasta los datos y se hizo clic en ABRIR. Se seleccionó la hoja de trabajo escogida en la tabla de datos de MapInfo. Para finalizar se hizo clic en ACEPTAR.

2. Se procedió a geocodificar para emparejar las direcciones de destino con las direcciones de origen, primero mediante el modo automático. El sistema y la base cartográfica estuvieron preparados para localizar atendiendo a:

- Número de la calle
- Nombre de la calle
- Apartamento, piso, planta, número de habitación u otra información

Al geocodificar la tabla con las direcciones de calle, MapInfo hizo coincidir las direcciones de la tabla con los nombres de calles y rangos de direcciones de la tabla de calles de la base cartográfica y asignó las coordenadas X, Y a los registros. Cuando los visualizó señaló el registro en el mapa.

Quedaron 12 casos sin localizar por tener direcciones incompletas que el sistema no reconoció, para lo cual se procedió a la geocodificación manual mediante los siguientes pasos:

1. Se abrió la tabla que incluye el mapa de referencia y se agregó a la ventana del mapa actual.
2. En el menú MAPA, se abrió el CONTROL DE CAPAS y se hizo posible modificar.
3. Se abrió en el menú VENTANA, la NUEVA VENTANA DE LISTADO y se seleccionó nuestra tabla de datos para la geocodificación.
4. Se localizó el caso que debía ser geocodificado marcando la casilla situada a la izquierda de la fila para seleccionarlo.
5. Se seleccionó la herramienta SÍMBOLO.
6. Se hizo clic en el mapa para colocar el punto correspondiente al registro seleccionado.
7. En el menú ARCHIVO, se hizo clic en GUARDAR. El registro seleccionado quedó geocodificado.

Se repitieron los pasos para cada registro que se necesitó codificar manualmente culminando así el proceso de geocodificación.

Otra operación realizada en el SIG fueron las consultas a una base de datos para lo que se utilizó la herramienta de Selección.

La herramienta Selección permitió realizar consultas, seleccionar registros y objetos de una tabla en función de sus atributos, resaltar objetos en una ventana de mapa o de listado que cumplieran determinados criterios. También podían crear una nueva tabla o columna de resultados.

En un listado, se hacía posible resaltar los registros que cumplieran los criterios de la consulta. Cuando se trabajaba en una ventana del mapa, se destacaban los objetos gráficos de los registros seleccionados. Se creó automáticamente una tabla de trabajo que contenía los resultados de la consulta. Dispuesto de tres listas desplegables que se pueden utilizar para crear la expresión (instrucción lógica que se utiliza para formular

la pregunta) en columnas, operadores y funciones.

Columnas: este menú lista todas las columnas de la tabla seleccionada. Si la tabla contiene columnas derivadas de consultas anteriores, también se listarán.

Operadores: contiene símbolos de operaciones matemáticas y lógicas. Los operadores matemáticos de este menú incluyen la suma, la resta, la multiplicación, la división y los signos mayor que, menor que e igual que. Pueden ser utilizados estos símbolos para crear fórmulas matemáticas.

Funciones: contiene funciones matemáticas que utilizan uno o varios parámetros y devuelven un valor. Puede utilizar las funciones para realizar operaciones matemáticas básicas y otras, incluidas funciones de área, perímetro, seno, coseno y funciones relacionadas con la fecha.

Otro de los procesos ejecutados por el SIG fue la determinación de un área de influencia. La creación del área de influencia o cobertura (buffer) es la medición de la distancia entre dos o más puntos y/o la medición de la distancia entre dos objetos a través de las herramientas de análisis de distancia. Se utilizó el instrumento para la creación de un área de influencia de 1000 m alrededor de los policlínicos del municipio con la ejecución de los siguientes pasos:

1. En el menú OBJETOS, se pulsó ÁREA DE INFLUENCIA. Apareció el cuadro de diálogo Capturar objetos.
2. Se seleccionó el radio de 1000 m con la opción ÁREA DE INFLUENCIA PARA TODOS LOS OBJETOS y se creó un área de influencia para todos los objetos seleccionados (policlínicos).
3. Se hizo clic en ACEPTAR para finalizar la operación

Otra aplicación del SIG fue la creación de un mapa temático. MapInfo crea mapas temáticos de diferentes tipos: rangos de valores, símbolos graduados, densidad de puntos, valores individuales, gráficos de barras, gráficos de tartas y cuadrícula continua, respaldados por procedimientos matemáticos complejos intrínsecos del software.

Para la aplicación se utilizó el mapa de rangos de valores y se agruparon todos los registros en rangos, asignando a cada registro un color según el rango creado mediante el método de Interrupción Natural. Los rangos creados, con arreglo a un algoritmo del software, utilizan el promedio de cada uno de ellos para distribuir los datos de la forma más uniforme posible. Esto garantiza que los estratos estén representados por los promedios y que los valores de datos dentro de cada uno de los rangos estén lo bastante cerca entre sí. El programa seleccionó automáticamente la variante de estratificación, dentro de infinidad de variantes, donde la suma de las varianzas, alrededor de la media de los estratos, fuera la menor.

En la investigación se utilizó una PC Pentium IV, con ambiente Windows XP. Los textos y diagramas se procesaron con Office Word XP y las diferentes salidas

de los datos procesados (mapas, gráficos y tablas) se realizaron con el software seleccionado.

RESULTADOS

Una vez que terminó el procesamiento de los datos numéricos y espaciales, el SIG estuvo disponible para su utilización. Ambos ficheros quedaron conectados de forma tal que a cada uno de los registros en la base de datos estadísticos le correspondió un objeto espacial del mapa digital concluyéndose el proceso de geocodificación. (Figura 3).

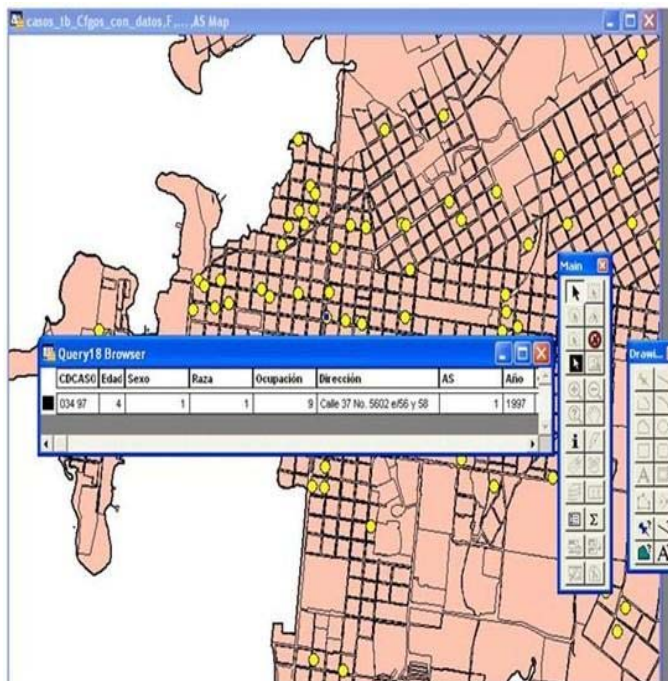


Figura 3: Mapa digital

Otro proceso del SIG fue la generación de consultas a una base de datos con la herramienta Selección. En la figura 4 se observa un ejemplo de la respuesta a la pregunta realizada. ¿A cuántos pacientes con examen bacteriológico directo positivo igual o mayor de 7 se les realizó el diagnóstico a nivel hospitalario tardíamente entre los años 1996 y 2007? 14 casos.

La figura 5 muestra la aplicación de la técnica buffer en un radio establecido por el usuario (1000 metros) alrededor del policlínico correspondiente a los pacientes (diagnosticados en el hospital tardíamente con codificaciones al examen baciloscópico directo 7, 8 ó 9). De los ocho pacientes, que reunían las características citadas en la urbe, sólo uno vivía por fuera del área prefijada de un kilómetro.

Los datos numéricos relacionados con la población estimada de habitantes, la cantidad de casos de TBp y su porcentaje de incidencia en los barrios y repartos se pueden observar en las tablas no.1 y 2. El gran volumen de datos contenidos en ellas hace difícil la comprensión de la información y lento y engorroso el proceso analítico.

La integración de los datos de las diferentes bases

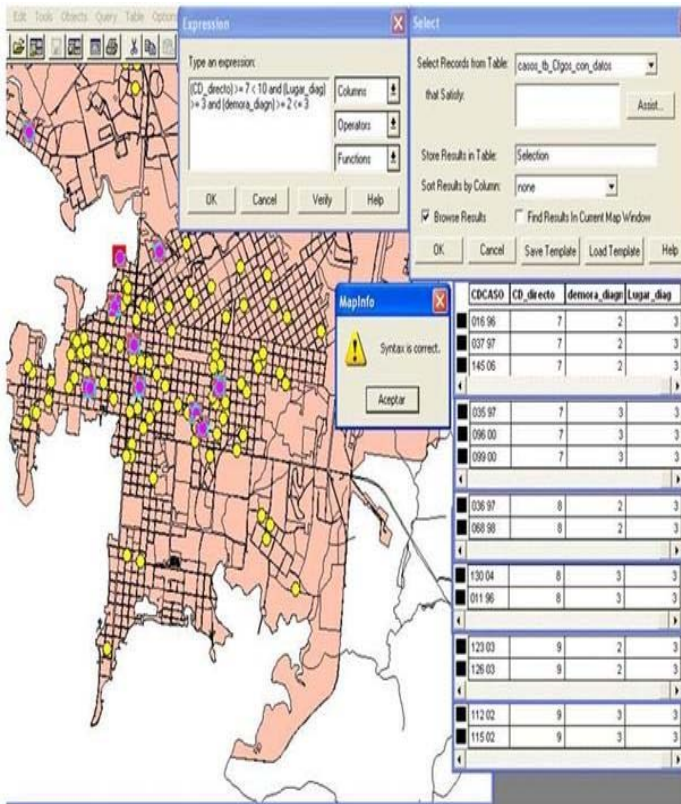


Figura 4: Ejemplo de consulta a la base de datos

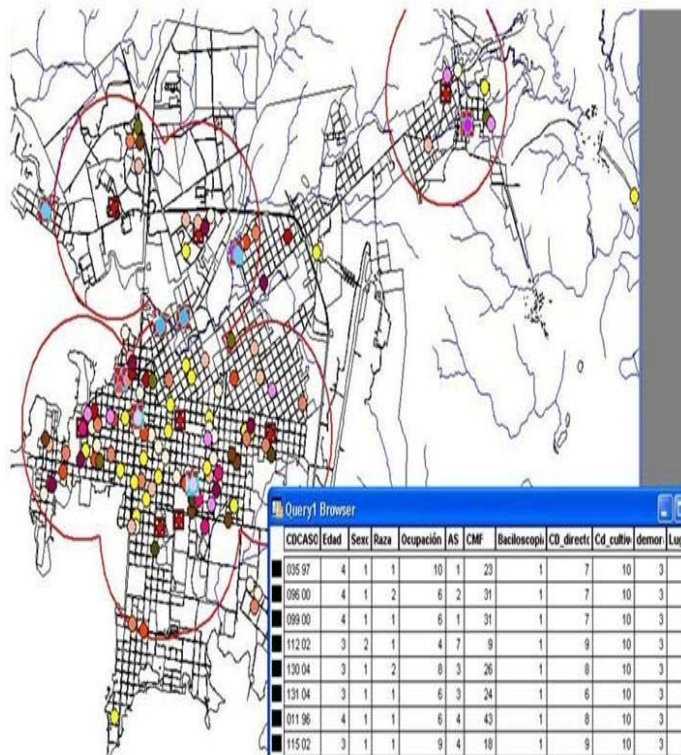


Figura 5: Aplicación de la técnica buffer en un radio establecido por el usuario

Tabla 1

Nombre oficial del Barrio	Población media del período (2002)	Casos de TBp 1996-2007	%
Aduana	9232	10	0,11
Bonneval	800	0	0,00
Buena Vista	4912	3	0,06
Cáceres	1659	0	0,00
Caunao	7242	7	0,10
Cuatro Caminos	307	0	0,00
El Recreo	4001	7	0,17
Junco Norte	1661	1	0,06
Junco Sur	6866	4	0,06
La Esperanza	2036	0	0,00
La Juanita	25249	32	0,13
Las Minas	664	0	0,00
Los Amarillos	1366	2	0,15
Mercado	7248	9	0,12
O'Bourke	1462	1	0,07
Paradero	3742	5	0,13
Paraiso	1304	3	0,23
Playa Alegre	521	0	0,00
Pueblo Griffó	1232	0	0,00
Pueblo Nuevo	10400	15	0,14
Punta Gorda	873	1	0,11
Reina	5203	7	0,13
San Lázaro	3515	2	0,06
Tulpán	15421	8	0,05

Tabla 2

Nombre oficial del Reparto	Población 2002	Casos de TBp 1996-2007	%
Bolívar	0	0	0,00
Buena Vista Nuevo	2909	4	0,14
Cocaleca	47	0	0,00
Eléctrico	1568	2	0,13
Hermanas Giralt	1103	1	0,09
La Salud	688	1	0,15
Pastorita	5120	5	0,10
Pueblo Griffó	8327	5	0,06

permitió la creación de un mapa temático con la estratificación de la TBp según incidencia en barrios y repartos de la ciudad de Cienfuegos (figura 6). En el mapa se observó que la mayor densidad de casos se concentró en los barrios más poblados, centrales y antiguos de la ciudad, precisamente los sitios de poblaciones de mayor longevidad concomitantes con espacios hacinados y económicamente deprimidos. Las barriadas de La Juanita, Pueblo Nuevo y Aduana aportaron la mayoría de los casos. No obstante; las áreas de mayor incidencia resultaron ser el Barrio Paraiso y El Recreo, asentamientos constructivos antiguos de la ciudad. Llama la atención que en el Barrio San Lázaro, un área históricamente considerada marginal, la incidencia de la TBp resultó ser baja.

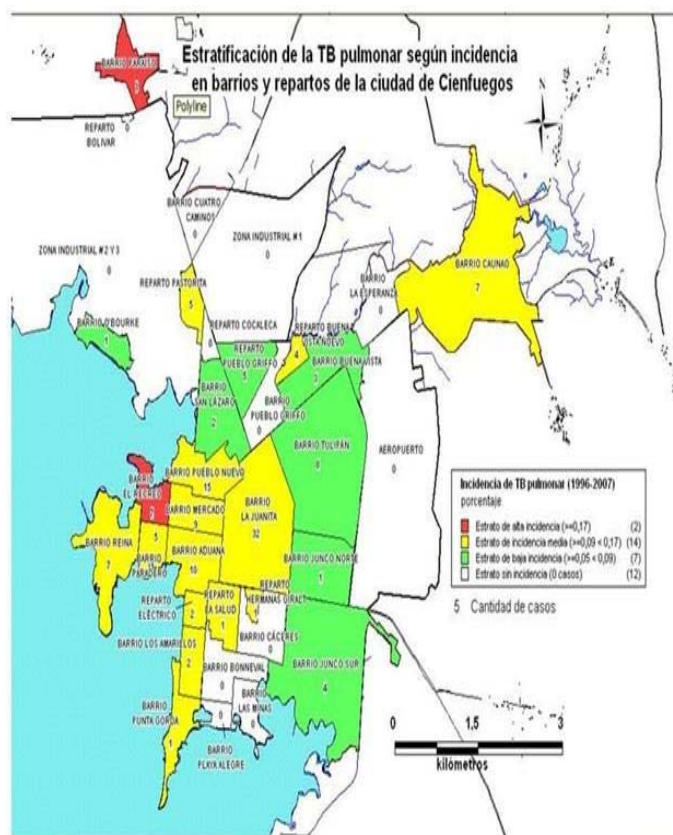


Figura 6. Estratificación de la tuberculosis pulmonar según incidencias en barrios y repartos de la ciudad de Cienfuegos.

DISCUSIÓN

En la Salud Pública el abordaje de los problemas salud-enfermedad a nivel individual, familiar, comunitario o social se distingue por la necesidad de acumulación de datos, informaciones, conocimientos y la capacidad de adaptación a los cambios que se operan en la realidad. Es decir, es un área fuertemente basada en el conocimiento y en la capacidad de los actores involucrados de adaptarse a situaciones cambiantes con rapidez, pero con una fuerte evidencia científica y un adecuado respaldo profesional. (7, 12)

En fecha reciente, la OMS definió su propósito en

gestión del conocimiento dirigido a mejorar el acceso a la información sanitaria mundial, traducir los conocimientos en políticas y acción, compartir y re aplicar los conocimientos derivados de la experiencia - insistiendo en que la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) brinda grandes oportunidades para mejorar la gestión de los servicios sanitarios- y potenciar la cibersalud en los países. (8)

En Cuba, los retos actuales sobre este tema en el sector han sido resumidos también en cuatro aspectos: la adquisición e introducción de nuevas TIC, la capacitación de los recursos humanos para el uso y aplicación eficiente de las TIC en el campo de la salud, el logro de un acceso y conectividad a la red de Infomed que alcance todas las instituciones de salud y, sin dudas, el más importante y difícil de lograr, que la red se convierta en un verdadero espacio virtual para la interacción y el desarrollo de nuevos conocimientos y valores. (7)

Según el documento del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente "Política Nacional de Información. Gestión de Información, Gestión del Conocimiento, Vigilancia e Inteligencia Tecnológica" (13) para una correcta gestión del conocimiento es necesario que se vinculen eficientemente los siguientes elementos:

- Adecuada gestión de información.
- Uso apropiado e intensivo de las tecnologías de información.
- Enfoques novedosos de la práctica de la comunicación.
- Correcta y moderna gestión de los recursos humanos.

Rojas Mesa, cita a Gloria Ponjuán, quien define la gestión de la información como el proceso mediante el cual se obtienen, despliegan o utilizan recursos básicos (económicos, físicos, humanos, materiales) para manejar información dentro y para la sociedad a la que sirve. Tiene como elemento básico, la gestión del ciclo de vida de este recurso y se desarrolla en cualquier organización. En particular, también se desarrolla en unidades especializadas que manejan este recurso en forma intensiva, llamadas unidades de información. (14)

Si bien GI y GC comparten en común, desde diferentes niveles de complejidad, la búsqueda de conocimientos a través de la combinación sinérgica de los datos, la capacidad de procesamiento actual que ofrecen las TIC y la capacidad creativa e innovadora de los seres humanos; para alcanzar una eficiente GC se necesita, entre otras cosas, mejorar la GI en la organización. (15)

Los ejemplos presentados en este trabajo revelan las posibilidades que ofrece la tecnología SIG como herramienta auxiliar en función de la gestión de información sobre tuberculosis pulmonar.

Con la Geocodificación se puede visualizar rápidamente el comportamiento del eslabón más pequeño de la cadena, o sea, los enfermos, a los cuales se asocia un

cúmulo de información disponible en las bases de datos, por diferentes vías, en el momento que se necesite.

La herramienta de análisis Selección resulta ser de gran provecho en los estudios epidemiológicos de la enfermedad. Las consultas realizadas con esta herramienta tienen la ventaja de facilitar el examen de diferentes contenidos temáticos con el propósito de establecer patrones espaciales, en forma visual o analítica, y permite involucrar a objetos contenidos en las capas de información georreferenciadas propiciando la creación de nuevos estratos de información. Este proceso puede ser particularmente útil en la evaluación del comportamiento de la enfermedad en relación con una o diferentes variables en un momento o diferentes momentos, de modo que hace posible construir nuevas informaciones o conocimientos locales a partir de los datos disponibles.

La creación de un área buffer permitió obtener un conocimiento al excluir el factor geográfico como elemento de dificultad para la realización de las acciones de prevención establecidas en el PNC para la municipalidad en el periodo estudiado.

Las dificultades que enfrenta la APS en Cuba están lejos de ser una excepción en el mundo actual. La OMS considera necesario renovar la APS debido a limitaciones existentes a este nivel relacionadas con la disponibilidad de los recursos humanos, la financiación, la infraestructura y los sistemas de información que dificultan la eficacia del trabajo sanitario.⁽¹⁶⁾

Los mapas temáticos constituyen poderosos instrumentos para el análisis espacial del riesgo de enfermedades ya que en una dimensión limitada (el tamaño del mapa) resume grandes cantidades de información sobre distribución y magnitud que requeriría mucho más espacio para poder ser expresado con otros métodos. Las diferencias observadas en la incidencia por los diferentes barrios y repartos no fueron de gran magnitud; pero reflejan una variabilidad espacial difícil de evaluar por otros medios. La determinación de los asentamientos críticos en la ciudad es otro conocimiento obtenido en la investigación. La estratificación presentada sugiere dónde existe mayor probabilidad de que ocurra la enfermedad y hacia qué lugar se deben hacer mayores esfuerzos en su búsqueda y constituye la primera propuesta para la evaluación del problema sanitario en los espacios geográficos de mayor homogeneidad a nivel municipal en el país.

La idoneidad de los sistemas de información se relaciona con tres factores básicos: la obtención de información completa, confiable y oportuna. Una información completa debe contar con los elementos necesarios para

su análisis y proceso; confiable, por provenir de una fuente veraz y creíble; oportuna, por llegar a la organización a tiempo para su empleo. Burch y Strater⁽¹⁷⁾ opinan que la calidad de los sistemas informativos está relacionada con el cumplimiento de un conjunto de parámetros interrelacionados entre sí como: accesibilidad, comprensibilidad, precisión, relevancia, puntualidad, claridad, flexibilidad, verificabilidad y cuantificabilidad informativa. La nueva tecnología (SIG) hace posible el cumplimiento de los parámetros evaluativos mencionados, en otras palabras, permite un manejo informativo superior.

Se considera que una GI adecuada contribuye a transformar datos en conocimientos de valor estratégico para las organizaciones, tanto para apoyar las operaciones como para orientar sus investigaciones, maximiza el valor y los beneficios derivados del uso de los datos disponibles, minimiza el costo de adquisición, procesamiento y utilización de la información asegurando su suministro continuo e identifica nuevos conocimientos.⁽¹⁸⁾

La aplicación SIG a la gestión de información facilita el proceso analítico a través de una mejor organización de los datos, la introducción de la variable espacial, la descripción y visualización del comportamiento temporal y espacial de la enfermedad, el acceso rápido a toda la información disponible, la mayor eficacia en el procesamiento de los datos, la generación de disímiles posibilidades para examinar las interrelaciones de las variables y las múltiples variantes de salidas de datos no procesados (frecuencias de las variables contenidas en las bases de datos) y de datos procesados en formatos electrónicos, sitios o portales de información Intranet e Internet o en papel.

La probable contribución al proceso de toma de decisiones estaría asociada al incremento de la calidad y oportunidad de la información obtenida, la mayor objetividad propiciada por la integración de bases de datos de naturaleza diversa (numérica y espacial) y la facilitación del proceso de obtención de conocimientos que pueden servir de base para las intervenciones sanitarias.

La aplicación diseñada abre el camino, a corto o mediano plazo, a la implantación de la tecnología como herramienta auxiliar en el proceso de gestión de información de la tuberculosis en la municipalidad en aras de mejorar la eficacia y competitividad del sector en la solución del problema estudiado, para lo cual tanto el conocimiento que se genere como la innovación tecnológica serán imprescindibles en el perfeccionamiento organizacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cuba. Ministerio de Salud Pública. Programa Nacional de Control de la Tuberculosis en Cuba. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 1999.
2. Peralta J, Dios Y, Peralta Z, López A. Tuberculosis. Comportamiento en el municipio Morón. *Mediciego* [revista en Internet]. 2005 [citada: 11 de agosto de 2009]; 11(1): [aprox. 15 p.]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/mciego/vol11_01_05/articulos/a15_v11_0105.htm
3. García A, Sánchez Z, Chaviano M, Muñiz M. Niveles de eficiencia de las policlínicas de Matanzas, Cuba, según el método de análisis envolvente de datos. *Rev Panam Salud Pública*. 2007; 22(2):100-9.
4. Álvarez M, Hernández F, Romero M, Piñón A. Análisis crítico de un control de foco de tuberculosis en un municipio de la capital cubana. *Rev Cuba Hig Epidemiol* [revista en Internet]. 2007 [citada: 2 de agosto de 2009]; 45(3): [aprox. 15 p.]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032007000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
5. Owen T, Slaymaker O. Toward modeling regionally specific human security using GIS: case study Cambodia. *Ambio*. 2005; 34(6):445-9.
6. Aliaga G, Peña Llopis J. Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión de cada territorio. *Rev Geogr Norte Gd* [revista en Internet]. 2006 [citada: 5 de diciembre de 2008]; 36: [aprox. 12 p.]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071834022006000200007&script=sci_arttext
7. Jardines Méndez JB. Tele-educación y tele-salud en Cuba: mucho más que desarrollo tecnológico. *ACIMED* [revista en Internet]. 2005 [citada: 12 de agosto de 2009]; 13(4): [aprox. 6 p.]. Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_4_05/aci07405.htm
8. World Health Organization [Internet]. World Health Organization Knowledge Management Strategy. Ginebra: WHO; 2005 [citado 12 Ago 2009]. Disponible en: http://www.who.int/kms/about/strategy/kms_strategy.pdf.
9. Huber MW, Piercy CA, Mc Keown PG, Norrie JL. *Introduction to Business Information Systems*. Ontario: John Wiley & Sons Canada, Ltd; 2007.
10. Aja Quiroga L. Gestión de información, gestión del conocimiento y gestión de la calidad en las organizaciones. *Acimed* [revista en Internet]. 2002 [citada: 12 de agosto de 2009]; 10(5): [aprox. 5 p.]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol10_5_02/aci04502.htm
11. Knowledge Management. *Emerging Perspectives* [Internet]. Manchester: Bellinger; 2004 [citado 12 Ago 2009]. Disponible en: <http://www.systems-thinking.org/kmgmt/kmgmt.htm>.
12. Castillo Martín NP del, Román Hernández JJ. La gestión del conocimiento y los estudios de casos; herramientas de los trabajadores para su salud. *Revista Cubana de Salud y Trabajo* [revista en Internet]. 2008 [citada: 12 de agosto de 2009]; 9(2): [aprox. 16 p.]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/rst/vol9_2_08/rst07208.html
13. Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Política Nacional de Información. Gestión de Información, Gestión del Conocimiento, Vigilancia e Inteligencia Tecnológica. La Habana: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente; 2002.
14. Rojas Mesa Y. De la gestión de información a la gestión del conocimiento. *Acimed* [revista en Internet]. 2006 [citada: 12 de agosto de 2009]; 14(1): [aprox. 7 p.]. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14_1_06/aci02106.htm
15. Leon Santos M, Ponjuán Dante G, Rodríguez Calvo M. Procesos estratégicos de la gestión del conocimiento. *ACIMED* [revista en Internet]. 2006 [citada: 12 de agosto de 2009]; 14(2): [aprox. 8 p.]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352006000200008&script=sci_arttext
16. Organización Mundial de la Salud [Internet]. Informe sobre la salud en el mundo 2008: La atención primaria de salud: más necesaria que nunca. Ginebra: OMS; 2008 [citado 12 Ago 2009]. Disponible en: <http://www.who.int/whr/2008/es/index.html>.
17. Burch JG, Strater FR. *Information Systems: theory and practice*. New York: John Wiley; 1981.