

Los sistemas de información geográfica como herramientas para la vigilancia epidemiológica

(The geographic information systems as tools for the epidemiologic surveillance)

Manuel Salvador Luzanía Valerio*

Palabras clave

Vigilancia epidemiológica, herramientas computacionales, sistemas de información geográfica, SIG.

Keyword

Epidemiologic surveillance, computer tools, geographic information systems, GIS.

Vigilancia epidemiológica

La vigilancia epidemiológica es una de las aplicaciones del método epidemiológico y de un conjunto de técnicas y estudios de la práctica rutinaria de los servicios de salud, la cual se define como información para la acción, un proceso integral de conocimiento de la problemática sanitaria, indispensable para la optimización de las acciones en salud, incrementándose más sus relaciones con los sistemas de información, por su propio carácter de elemento básico en la descripción y análisis de la situación de salud, imprescindible en la planeación y programación local e institucional. Si bien su objetivo sigue relacionado con la enfermedad, amplía su campo hacia el conjunto de las determinaciones de los procesos, de una manera más integrada e integral¹.

La vigilancia epidemiológica se sustenta en el análisis y uso de las diferentes fuentes de información en salud como son el expediente clínico, los certificados de defunción, la aplicación de encuestas, las estadísticas de morbilidad, la investigación epidemiológica o el análisis del reporte diario del médico en las unidades de atención².

El proceso de vigilancia epidemiológica se inicia en la percepción que tiene la población de sus problemas y ésta se hace más eficaz en la medida en que la misma población participa en su evaluación y control.³ Es una práctica fundamental para proteger la salud de la población, la cual, junto con la epidemiología, conforman el eje de la prevención en salud pública⁴.

El objetivo principal de la vigilancia epidemiológica es explotar la información en salud para orientar la toma de decisiones y de esta manera planificar las estrategias de prevención y control. La descripción de los patrones de ocurrencia de las enfermedades y la investigación de sus causas permite identificar los grupos más expuestos o susceptibles; estratificar los riesgos, orientar las acciones preventivas y de control de una manera eficaz y eficiente⁵, su utilidad se plantea tanto en las enfermedades transmisibles como en las no transmisibles⁶.

Otro apoyo de la vigilancia epidemiológica se da en el monitoreo del alcance y aceptación de los diversos programas preventivos, por ejemplo, las coberturas de vacunación, la realización de la detección oportuna del cáncer en mujeres, la prevalencia de plomo en sangre para medir el impacto de las intervenciones dirigidas a controlar la contaminación ambiental⁷, además de la información sobre brotes y amenazas similares⁸.

Las enfermedades susceptibles de vigilancia epidemiológica deben ser aquellas que constituyen un problema de salud pública por su alta prevalencia, incidencia, incapacidad o mortalidad, y que disponen de formas preventivas, o de posibilidad de tratamiento adecuado y al alcance de los servicios sanitarios⁹.

Como la vigilancia epidemiológica es dinámica, constantemente se debe revisar la información para detectar nuevas patologías

* Manuel Salvador Luzanía Valerio. Académico del Instituto de Salud Pública, Universidad Veracruzana. mluzania@uv.mx

y adoptar medidas de lucha contra ellas, ya que la información, su análisis e interpretación sirven de pauta para la toma de decisiones, planes de acción, así como para implementar políticas en salud¹⁰.

Para llevar a cabo el análisis de la situación epidemiológica se utilizan mapas de riesgo, los cuales permiten, a través de una rápida visualización, evaluar y comparar la distribución espacial del evento a vigilar. El espacio puede variar desde territorios delimitados hasta países o continentes¹¹.

Sistemas de información geográfica

Una de las herramientas informáticas que ayudan en la elaboración de estos mapas son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), estos sistemas están diseñados para trabajar con información organizada en bases de datos y georeferenciada^a a una unidad de análisis espacial a través de sus coordenadas geográficas, por lo cual, tienen la capacidad de representar en un mapa las variables contenidas en esas bases de datos, analizando la información bajo un conjunto de operaciones y funciones predefinidas.

Las funciones de manejo y procesamiento de datos en un SIG se refiere a la integración de los atributos de las tablas de datos con las bases cartográficas para su visualización en un mapa, colocando capas sobrepuestas; la selección y consulta de los datos espaciales se realiza a partir de los atributos, operaciones y la georeferencia de ellos¹².

Un SIG es un sistema basado en computadoras que proporciona un conjunto de elementos para el manejo de datos georeferenciados: entrada, manejo de datos (almacenamiento y recuperación de datos), manipulación y análisis, y salida¹³.

La tecnología SIG integra operaciones comunes de bases de datos como consultas y análisis estadístico con la visualización y análisis geográfico que ofrecen los mapas. Estas habilidades los distinguen de otros sistemas de información, ya que se pueden explicar eventos y planificar estrategias.

Los datos geográficos pueden ayudar a analizar una gran cantidad de datos socio-demográficos, de salud y situaciones económicas tanto de la comunidad como en el ámbito nacional e internacional. El análisis geográfico de estos datos está basado en la combinación de indicadores usualmente formados como componentes de atributos demográficos y de salud¹⁴.

Con un SIG es posible representar en mapas la ubicación de los centros de salud, buscar patrones en la forma en que se dispersa una enfermedad o representar los indicadores estadísticos sobre algún problema donde se involucre la salud de la población. (Con la utilización de los SIG podemos ampliar las posibilidades en el monitoreo y control del fenómeno salud-enfermedad, siendo de gran ayuda para el análisis espacial y temporal de los eventos y así generar nuevas líneas de investigación¹⁵). Con estas herramientas es posible representar geográficamente cualquier información almacenada en bases de datos que tengan un componente geográfico que permita ver patrones, relaciones y tendencias que no pueden verse en un formato de tabla o lista, además, nos proporciona una perspectiva totalmente nueva de la información, y ayuda a tomar mejores decisiones, como la mostrada en la figura número 1, en la cual se presentan los casos de IRAS en una jurisdicción sanitaria del estado de Veracruz.

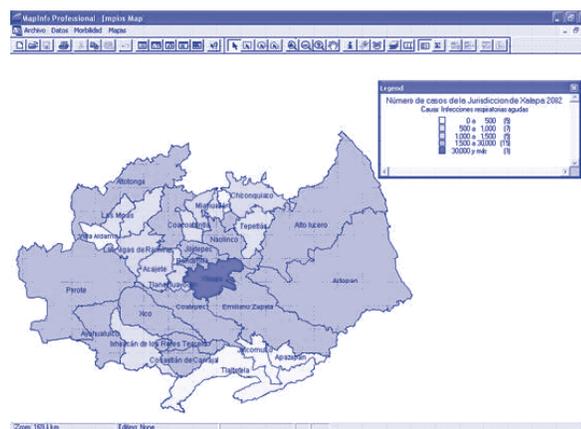


Figura 1. Casos de IRAS de la Jurisdicción Sanitaria de Xalapa, Veracruz año 2002

^a Definida como el trazado de objetos en un mapa a partir de tablas de datos con variables de latitud y longitud.

La creación de mapas y el análisis geográfico no son nuevos, pero los SIG transforman esas tareas más rápido que los viejos métodos manuales¹⁶, ya que almacena información acerca del mundo como una colección de capas temáticas que pueden relacionarse geográficamente.¹⁷ Este concepto aparentemente simple, ha sido de gran ayuda para resolver muchos problemas del mundo real, como rastrear vehículos, registrar detalles de aplicaciones de planificación, o hasta modelar la circulación atmosférica global.

Los SIG se han utilizado para la identificación de riesgos ambientales en diversas zonas de México como, por ejemplo, en el estado de Querétaro para monitorear los desastres derivados de sequías o altos niveles de precipitación pluvial¹⁸.

La información geográfica puede contener una referencia geográfica explícita tal como latitud y longitud o una coordenada de un sistema nacional, o una referencia implícita, tal como domicilio, código postal, identificador de un hospital, o nombre de calle. Las referencias implícitas pueden ser derivadas de referencias explícitas utilizando un proceso automatizado llamado “geocodificación”. Estas referencias geográficas permiten localizar características (tales como centros de salud o localidades) y eventos (como un terremoto) en la superficie de la tierra para su análisis¹⁹.

Modelos de representación geográfica

Los dos tipos fundamentales de información geográfica con los que trabajan los SIG son, el modelo vectorial y el modelo raster²⁰.

En el modelo vectorial, los datos están representados por un sistema de referencia (x, y) que corresponde a los sistemas de coordenadas tales como latitud / longitud²¹. Un punto está representado por un solo par de coordenadas. Una línea está compuesta de un grupo de coordenadas (puntos) agregados para formar el elemento que en un mapa pareciera no tener medidas de anchura, por ejemplo, rutas o ríos pequeños. Un polígono es un conjunto de coordenadas unidas por líneas en el cual el primer y el último punto son iguales.

El polígono siempre representa un área cerrada, como por ejemplo, los límites municipales o una ciudad que ocupa un área que puede ser mapeada en una escala visible²², como lo muestra la figura 2.

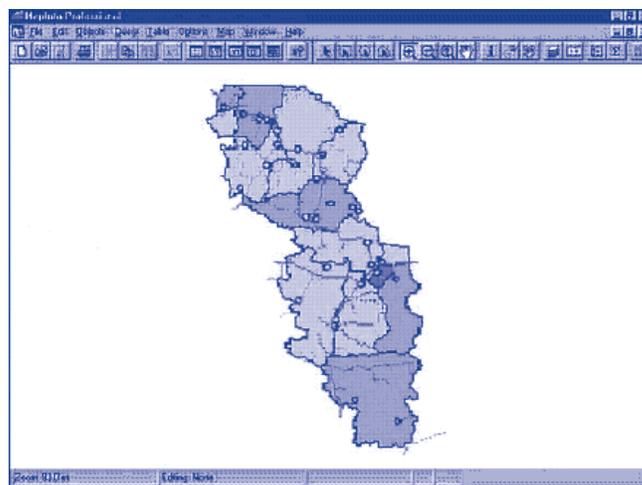


Figura 2. Representación de los tres tipos de objetos en el modelo vectorial

En el modelo raster, los mapas están representados por una rejilla. Un mapa está dividido en una serie de líneas y columnas vertical y horizontal, en el cuál cada elemento de la cuadrícula es llamado “celda”²³. A cada celda se le asigna un valor que representa un elemento particular del mapa, por ejemplo, todas las celdas con un valor de uno pueden representar algún tipo de suelo, las celdas con un valor de dos pueden representar agua, etc.²⁴.

La generación de aplicaciones utilizando las tecnologías geoespaciales para monitorear los problemas de salud en enfermedades tropicales como malaria y dengue en Venezuela²⁵.

Las aplicaciones computacionales basadas en los SIG son de gran ayuda para la toma de decisiones, ya que proporcionan a los usuarios la automatización de estadísticas descriptivas, el despliegue de distribuciones de frecuencia, cálculo de tasas²⁶, razones y proporciones y el suavizamiento espacial, esto agiliza el proceso de toma de decisiones en la prevención de la salud y proporciona al usuario un ambiente más amigable, el cual no necesita tener conocimientos avanzados en computación para llevar a cabo el análisis de la información²⁷.

En un estudio realizado en Nueva Jersey, EUA se identificó a través de mapas las áreas y características geográficas que tenían una elevada proporción de mujeres diagnosticadas con cáncer de mama con el fin de tener información para un mejor diagnóstico y reducir la mortalidad por este tipo de cáncer²⁸.

Conclusiones

El análisis, diseño y construcción de aplicaciones computacionales basados en Sistemas de Información Geográfica aplicados a la vigilancia epidemiológica, debe ser más amplia, de esta forma las instituciones encargadas de llevar a cabo medidas de control y toma de decisiones, garantizarán el bienestar de la población, ya que contar con una aplicación basada en esta tecnología les permite tener un panorama más amplio en lo que respecta a la información de la salud en un área geográfica determinada.

Una de las ventajas de estas aplicaciones es que no son cerradas en cuanto al manejo de la información ni de la base cartográfica con que cuentan, ya que es posible añadir otros factores que se deseen estudiar en el ámbito de la salud pública. Las aplicaciones cuentan con una base cartográfica y que son fácilmente adaptados para su utilización con otro tipo de información, incluso mapas interactivos basados en aplicaciones web/internet²⁹.

Los SIG tienen un gran campo de aplicación en el estudio de los problemas de salud y conforme las personas vayan encontrando un uso más palpable se irán creando aplicaciones integrales que permitan utilizar de forma óptima y ágil la información proveniente de diversas fuentes y que sea relevante para el estudio que se esté desarrollando, de tal manera que sea de utilidad en la toma de decisiones. Aún cuando la tecnología de los SIG ha avanzado considerablemente en los últimos años, hay mucho por hacer en el campo de la vigilancia epidemiológica.

Referencias bibliográficas

1. LEMUS, Jorge. 1996, *Manual de vigilancia epidemiológica Serie HSP-UNI/Manuales Operativos PALTEX* ;4 núm. 10: 45-65
2. TAPIA, Roberto. 1996, La importancia de la vigilancia epidemiológica. *Salud Pública de México* vol. 38 núm. 5:Editorial
3. LEMUS, Jorge., op cit
4. TAPIA, Roberto. , op cit
5. Ídem.
6. COLIMON, Kahl. 1990, *Fundamentos de epidemiología*. Madrid. Díaz de Santos S.A., 281-298
7. TAPIA, Roberto, op cit
8. INSTITUTO DE SALUD CARLOS III. 2002, Presente y futuro de la vigilancia epidemiológica en Europa: acciones y necesidades. *Boletín epidemiológico*. vol. 10 No. 7. Centro Nacional de Epidemiología. España.
9. COLIMON, Kahl. op cit
10. Idem.
11. LEMUS, Jorge., op cit
12. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2001, SIGEpi: *Sistema de información geográfica en epidemiología y Salud Pública*. *Boletín epidemiológico* 22 num. 3.
13. ARONOFF, Stanley. 1995, *Geographic Information System: a Management Perspective*. Ottawa Canada. WDL Publications, 162-173.
14. KOUA, Etien , KRAAK, Menn-Jan. 2004, Geovisualization to support the exploration of large health and demographic survey data. *International Journal of Health Geographics* 3;12 junio.
15. MOLINA, Ivette. 2001, Los sistemas de información geográfica en epidemiología. *Revista salud pública y nutrición* vol. 2 No. 2 abril-junio
16. MASSER, Ian. BLAKEMORE, Michael. 1991, *Handling Geographical Information*. USA. Longman Scientific & Technical, 14-15

17. TOMLIN, Dana 1990. Geographic Information Systems and Cartographic Modeling. USA . Prentice-Hall, 6-8.
18. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, 2001, Aplicación de SIGEpi en la identificación de localidades vulnerables a riesgos ambientales en México. *Boletín epidemiológico* 22 núm. 3.
19. ARONOFF, Stanley. op cit
20. STAR, Jeffrey. ESTES, John. 1990, *Geographic information system an introduction*. New Jersey. Prentice-Hall, 3-57.
21. ARONOFF Stanley. op cit
22. STAR, Jeffrey. ESTES, John. , op cit
23. ARONOFF, Stanley. op cit
24. STAR, Jeffrey, ESTES, John. , op cit
25. DELGADO, Laura., CORDOVA, Karenia., RODRÍGUEZ, Alfonso. 2004, Contribution of Geospatial Technology in Tropical Medicine and International Health Applications. *Informedica Journal* año III no. IV. Junio.
26. FERNÁNDEZ, Pablo. 2004, Las técnicas S.I.G. aplicadas al análisis de la distribución espacial de las enfermedades de declaración obligatoria. *Boletín epidemiológico del Instituto de Salud Carlos III*. vol. 14 No. 8. Centro Nacional de epidemiología. España.
27. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, op cit
28. ROCHE, Lisa. Skinner, Ric. Weinstein, Rachel. 2002, Use of a Geographic Information System to identify and characterize areas with high proportions of distant stage breast cancer. *Journal of Public Health Management and Practice*. marzo v8 i2.
29. KAMEL-BOULOS, Maged. 2004, Web Gis in practice: an interactive geographical interface to English Primary Care Trust performance ratings for 2003 and 2004. *International Journal of Health Geographics*, 3;16 julio.