

# Boletín Epidemiológico

Organización Panamericana de la Salud:  
Celebrando 100 Años de Salud

Vol. 25, No. 4

Diciembre 2004

## Paquetes de Programas de Mapeo y Análisis Espacial en Epidemiología y Salud Pública.

### Introducción

En los últimos años ha habido un interés creciente de los Ministerios de Salud y otras Instituciones del sector en el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta para fortalecer las capacidades de análisis, gestión, monitoreo y toma de decisiones en salud pública, así como elemento de abogacía y comunicación de los grupos técnicos con quienes definen políticas y programas y con el público en general. Este interés se ha visto favorecido por i) el reconocimiento de las capacidades de los SIG para manejar la dimensión de espacio geográfico, integrar datos relacionados con salud proveniente de diversas fuentes, ayudar a descubrir y visualizar nuevos patrones y relaciones geográficas en los datos, que de otra manera sería difícil identificar, mostrándolos en mapas, que son un medio más expresivo y visual; ii) el desarrollo de reuniones técnicas y congresos dedicados a los SIG en salud pública, así como la inclusión del tema de los SIG en eventos científicos de epidemiología y salud pública; iii) la publicación de un número significativo de artículos dedicados a ejemplificar las potencialidades y usos de los SIG en diversos ámbitos, desde los estudios epidemiológicos, la gestión de salud pública y el mejoramiento de la salud comunitaria, entre otros;<sup>1,2</sup> y, iv) el número creciente de estudios y proyectos en salud, tanto de grupos de la academia, como de los servicios de salud, que incluyen el uso de SIG como herramienta de análisis y de comunicación de los resultados obtenidos.

A pesar de ello, la adopción de los SIG por los niveles locales del sector salud ha estado limitada debido principalmente al bajo acceso a programas de SIG comerciales por sus costos, su complejidad para los usuarios y poca disponibilidad de técnicas y métodos analíticos especializados para solución de problemas de epidemiología y salud pública. En respuesta, en los últimos años se han dedicado esfuerzos en el desarrollo de paquetes de programas de SIG, herramientas de mapeo e implementación de métodos de análisis estadístico de datos espaciales en diversos ambientes para superar dichas limitaciones.

Este artículo tiene como objetivo dar a conocer a los profesionales de la salud pública sobre la disponibilidad y desarrollo actual de diversos programas de SIG, mapeo y análisis epidemiológico, resaltando sus capacidades y

limitaciones, que sirva para orientar sobre sus posibles usos en la solución de problemas de salud pública.

### Sistemas de Información Geográfica en Salud Pública

Actualmente se reconoce como definición de SIG al conjunto organizado de tecnología informática (equipo computacional, paquetes de programas, datos geográficos y no geográficos en formato digital), métodos, procedimientos y personal, diseñados para la captura, almacenamiento, recuperación, manejo, despliegue y análisis de datos geográficamente referenciados, con el propósito de apoyar la toma de decisión en la solución de problemas que ocurren en un espacio geográfico dado.<sup>3</sup>

Los paquetes de programas de SIG son el conjunto de algoritmos, métodos y procedimientos automatizados e instrumentados en un programa con funciones específicas para garantizar los procesos antes mencionados, por lo general, contienen las siguientes funciones:

- Entrada, acceso y edición de datos cartográficos y de atributos en diversos formatos estandarizados y fuentes.
- Despliegue y control de múltiples capas cartográficas.
- Visualización de los datos en forma de mapas, tablas, gráficos y presentaciones para impresión.
- Manejo de múltiples escalas y sistemas de proyección tanto en las capas como en el mapa.
- Creación de diversos tipos de mapas temáticos.
- Selección y consulta espacial de datos, incluyendo operaciones geográficas sobre una o varias capas cartográficas y atributos de las capas.
- Realización de operaciones geográficas, como determinación de proximidad, distancia, etc.
- Creación de áreas de influencia ó amortiguamiento.
- Medición de distancias sobre el mapa y entre objetos geográficos.
- Disponibilidad de un sistema de gestión de bases de datos, que incluya operaciones de enlace de datos no espaciales con los espaciales.
- Georeferencia y geocodificación de datos.
- Capacidad para el desarrollo y adición (add-on) de nuevas funciones y personalización del paquete de programas utilizando lenguajes de programación.

### EN ESTE NUMERO

#### • *Análisis de salud:*

- Paquetes de Programas de Mapeo y Análisis Espacial en Epidemiología y Salud Pública.
- Desigualdades en salud
- Reseña de la Revista de Desigualdades en Salud
- Métodos de medición de las desigualdades de salud (Parte I)

#### • *Normas y estándares en epidemiología:*

- Filariasis linfática

#### • *Anuncios:*

- Cursos de verano en epidemiología, 2005
- Convocatoria 2005 Premio Fred L. Soper

- Capacidad para manejo y persistencia de sesiones de trabajo o proyectos.

La descripción detallada de las funciones de los SIG puede encontrarse en otras publicaciones,<sup>4</sup> no siendo objeto de este artículo.

Los programas de SIG han evolucionado de manera significativa en los últimos años, destacándose la mejoría de las interfases de usuario pasando de aquellas basadas en líneas de comandos a interfases gráficas con un ambiente más amigable y sencillo de utilizar; se ha incrementado considerablemente la cantidad de funciones para el manejo y procesamiento de los datos; y se han incorporado funciones antes consideradas de alta complejidad, ahora instrumentadas de forma simple y centradas en el usuario. Entre los SIG comerciales disponibles actualmente, se destacan ArcView<sup>TM</sup>, ArcGIS<sup>TM</sup>, MapInfo<sup>TM</sup>, Maptitude<sup>TM</sup>, Idrisi<sup>TM</sup> y Geomedia<sup>TM</sup> entre otros, siendo ArcView<sup>TM</sup> y MapInfo<sup>TM</sup> los más utilizados en estudios epidemiológicos y aplicaciones de salud pública.

Desde la perspectiva de la salud pública, el concepto de SIG incluye el diseño, desarrollo y utilización de los métodos de la estadística y la epidemiología ligados a la tecnología de SIG en la descripción y estudio de la magnitud y distribución de problemas de salud en las poblaciones, el análisis de la situación de salud, la vigilancia de eventos de salud, el análisis epidemiológico, la planeación y evaluación de intervenciones, así como la gestión y toma de decisiones.<sup>3</sup> En su naturaleza multidisciplinaria, los SIG en salud pública contemplan disciplinas como la epidemiología, la bioestadística, la geografía y la tecnología de la información para responder a sus objetivos.

De acuerdo a su concepto, un paquete de programas de SIG en Salud Pública incluye, además de funciones genéricas, las específicas para el análisis de datos relacionados con salud y el abordaje de problemas de la salud pública, implantados bajo su contexto y terminología.<sup>3</sup> Sin embargo, los desarrollos de programas de SIG comerciales carecen de las funciones y métodos epidemiológicos específicos que son esenciales para los análisis de datos de salud y resolución de problemas de salud pública. Esto se ha debido a que el desarrollo ha seguido un enfoque general y versátil, manejando conceptos y la terminología de la geografía, cartografía y las ciencias de la información. Aunque es posible realizar muchos de los procesos de análisis de datos de salud haciendo uso de los SIG tal y como están implantados en la actualidad, en buena parte de los casos se requiere realizar procesos complejos con el uso de múltiples funciones, requiriéndose el conocimiento de los marcos conceptuales y metodológicos de SIG, de la epidemiología y la salud pública, lo que exige del usuario un alto nivel de calificación y habilidades. Este aspecto, junto a la inaccesibilidad a programas de SIG comerciales debido a sus costos, la limitada disponibilidad de personal capacitado en SIG y las restricciones en el acceso a los datos cartográficos en formatos digitales, constituyen las principales barreras en la adopción de los SIG en salud pública.

Se han dedicado múltiples esfuerzos al desarrollo de programas de SIG en salud pública, que en alguna medida están intentando superar las barreras antes mencionadas. El Programa de Mapeo en Salud Pública del Departamento de Vigilancia de Enfermedades Transmisibles y Respuesta (CRS) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha

desarrollado la herramienta HealthMapper, para responder a necesidades de información crítica para la vigilancia en salud pública y programas de prevención y control de enfermedades transmisibles.<sup>5</sup> El Área de Análisis de Salud y Sistemas de Información (AIS) de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha desarrollado el paquete de programas SIGEpi, que es parte integrante de su iniciativa de cooperación para fortalecer las capacidades analíticas en epidemiología y salud.<sup>3,6,7</sup> A su vez, la División de Vigilancia en Salud Pública e Informática del Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC) de Atlanta, Estados Unidos, ha desarrollado la herramienta para el mapeo de enfermedades EpiMap, como parte del paquete de análisis epidemiológico EpiInfo.<sup>8,9</sup> Estos programas han jugado un papel clave como herramientas a escala global, regional, nacional y local.

En respuesta a un llamado de la Asamblea del Consorcio de Universidades para la Ciencia de la Información Geográfica realizada en el verano de 1999, Rushton y colaboradores presentaron un conjunto de consideraciones para mejorar los SIG en Salud Pública, resaltando los temas claves de la investigación en el área de SIG en salud y la necesidad de implementar los métodos analíticos de la epidemiología en los SIG, que permitan ayudar efectivamente a determinar las relaciones entre los patrones geográficos de la distribución de las enfermedades y las condiciones ambientales y sociales.<sup>10</sup>

El interés de la epidemiología y la salud pública en el estudio y análisis de la distribución geográfica de las enfermedades y su relación con factores de riesgo potenciales, ligado a la posibilidad de manejo de la dimensión espacial de los datos epidemiológicos a través de los SIG, ha impulsado el desarrollo de métodos estadísticos relevantes para ambas disciplinas, particularmente los métodos de estadística espacial. Estos métodos se han implantado en paquetes de programas como DispmapWin,<sup>11</sup> SpaceStat,<sup>12</sup> DMAP,<sup>13</sup> SaTScan,<sup>14</sup> CrimeStat,<sup>15</sup> GeoDa,<sup>16</sup> ClusterSeer,<sup>17</sup> EpiAnalyst y ResearchAnalyst,<sup>18</sup> algunos de los cuales se comentarán brevemente más adelante. Estos desarrollos han sido resultado de la actividad intensa por proveer funciones analíticas de datos espaciales integradas a los SIG.<sup>19</sup>

## **Paquetes de programas de mapeo de enfermedades y SIG en salud pública**

### ***EpiInfo/EpiMap***

EpiInfo y EpiMap han sido desarrollados con el objetivo de brindar a los servicios de salud pública, epidemiólogos y otros profesionales de la salud, una herramienta de análisis epidemiológico de bajo costo y fácil de utilizar, capaz de administrar datos, realizar análisis epidemiológico de datos de salud y desplegar los resultados en forma de mapas.<sup>8</sup>

EpiInfo/EpiMap<sup>TM</sup> es un sistema de programas cuyo diseño y desarrollo ha estado guiado por la necesidad de cubrir las principales funciones y procedimientos de la vigilancia de enfermedades y diferentes tipos de estudios epidemiológicos, respondiendo a demandas de los CDC y la OMS. En sentido general, está conformado por un conjunto de programas estrechamente relacionados, MakeView permiten la creación de cuestionarios y la base de datos, Enter ofrece las funciones para la entrada, edición, validación y consistencia de los datos auxiliándose del cuestionario diseñado. Una vez que los datos están introducidos y validados, el programa Analysis permite

realizar el análisis estadístico y epidemiológico de los datos, presentando los resultados en forma de tablas y gráficas, EpiReport se ocupa de combinar las salidas del análisis y otros procesos a los datos, permitiendo su presentación en forma profesional, lo que puede ser guardado como archivo en formato HTML para su publicación y distribución en Internet.

EpiMap es el programa que permite el despliegue en mapas de los resultados de los análisis hechos en EpiInfo, así como otros datos e indicadores. Contiene un número mínimo de funciones de un SIG, permitiendo la georeferenciación de datos de individuos y eventos de salud a partir de variables con referente geográfico como la dirección de residencia o trabajo, y otros referidos a áreas geográficas. Permite además la creación de mapas temáticos de intervalos, de símbolos graduados, de valores únicos y densidad de puntos, sin embargo, no ofrece funciones para operaciones de datos geográficos ni métodos estadísticos de datos espaciales, limitándose a ofrecer la capacidad de inspección visual de las relaciones geográficas de los datos desplegados en el mapa.

EpiInfo/EpiMap es una herramienta analítica indispensable para cualquier equipo y unidad de salud dedicada a realizar investigaciones y estudios epidemiológicos, contiene una amplia colección de métodos que responde a la mayor parte de las necesidades de estudios epidemiológicos, estudios de brotes y otros procesos de la epidemiología y salud pública. No incluye métodos de análisis estadístico de datos espaciales. Funciona en la plataforma de Microsoft Windows 95/NT/98/2000/Me/XP y dispone de una buena documentación de usuario, con ejemplos que facilitan su aprendizaje. Desde el sitio del CDC en Internet <http://www.cdc.gov/epiinfo/downloads.htm> es posible descargar el paquete de programas, la documentación, datos cartográficos y ejemplos, así como otros recursos relacionados. Su distribución es gratuita o de bajo costo si se requiere la adquisición de manuales y otros materiales en forma impresa.

### **HealthMapper**

HealthMapper ha sido desarrollado por CRS/OMS con el objetivo de construir inicialmente un sistema de mapeo de la enfermedad del Gusano de Guinea (Guinea worm), fortalecer la vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles, crear una base mínima de datos cartográficos e indicadores comúnmente requeridos por otros programas de control de enfermedades prioritarias y enfocado a los países de África. Posteriormente su objetivo se extendió para cubrir las necesidades de otros programas de control como malaria, VIH/SIDA, filariasis linfática, oncocercosis, lepra, enfermedades epidémicas y tuberculosis, así como extender su uso en otras Regiones.

El diseño y desarrollo de HealthMapper ha estado guiado por la premisa de brindar a los usuarios de salud pública i) una base de datos digital lista para ser utilizada, conteniendo información esencial para la salud pública, como mapas de límites administrativos, factores ambientales (tales como ríos, lagos, elevación), así como datos e indicadores básicos de salud, escuelas, infraestructura y servicios de salud y coberturas de suministro de agua potable; ii) un sistema simple de administración de datos que permite la entrada y actualización de indicadores de salud relacionados con los datos cartográficos de forma estandarizada; iii) un entorno amigable y fácil de usar con funciones automatizadas para

la creación de mapas, tablas y gráficos a partir de los datos; iv) un sistema que opere desde los niveles locales hasta los globales, principalmente bajo las condiciones de los países del continente africano; y v) brindar una alternativa de herramienta de uso gratuito.

HealthMapper está orientado a simplificar los procesos de colección, almacenamiento, actualización, solicitud y análisis de datos de vigilancia epidemiológica, en particular, y salud pública, en general. Brinda un conjunto mínimo de funciones de los sistemas de información geográfica, principalmente aquellas funciones de mapeo y despliegue de mapas temáticos. Sus principales usuarios son los administradores de salud pública que trabajan en los niveles nacionales y locales de los países.

Comprende tres componentes principales: Base de Datos; Administrador de Datos; e Interfase de Mapeo. El componente de Base de Datos es esencial en HealthMapper, constituye una colección de datos cartográficos estandarizados, que ha sido desarrollada a través de la colaboración directa de los países e integra datos de salud y de otros sectores. Actualmente contiene datos cartográficos de la mayor parte de los países de África y el Sudeste Asiático estando bajo un proceso de desarrollo continuo y sistemático de colección, actualización y estandarización de los datos. Utiliza el sistema de gestión de bases de datos de MS Access para el manejo de los datos, permitiendo importar y exportar tablas de datos en otros formatos, así mismo ofrece una función para la importación de datos geográficos directamente de receptores del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, de sus siglas en inglés).

El componente Administrador de Datos a través de su interfase permite relacionar los indicadores con los datos cartográficos para su mapeo y análisis. Este componente tiene tres funciones básicas: 1) servir de interfase para actualizar y mantener los datos cartográficos; 2) permitir el enlace de los indicadores de salud y otros indicadores con los datos cartográficos; 3) facilitar la importación, exportación y transferencia de indicadores de un nivel de agregación a otro.

La Interfase de Mapeo ofrece un conjunto de funciones usadas más frecuentemente en el mapeo y análisis espacial básico en salud pública. Permite visualizar y analizar los datos a través de mapas temáticos y gráficos. Las funciones claves de este componente incluyen: generación de mapas temáticos de intervalos, símbolos proporcionales y de densidad de puntos; localización y selección de unidades geográficas, medición de distancias, acercamiento y alejamiento (cambio de escala en el mapa); superposición de múltiples capas en el mapa como relieve, carreteras, ríos, unidades de salud, escuelas, villas y puntos de suministro de agua potable; creación de áreas de influencia; cálculo de tasas específicas teniendo en cuenta la población y el número de casos dentro de un radio específico alrededor de un punto seleccionado; creación de gráficos a partir de la selección de unidades geográficas en el mapa para evaluar tendencias o comparar indicadores en el tiempo; creación, almacenamiento y obtención de los mapas más frecuentemente usados.

Es una herramienta de apoyo a la vigilancia en salud y a los programas de prevención y control de enfermedades con capacidad para el mapeo de datos e indicadores de salud y otros determinantes. Su uso en países no incluidos en la base de datos requiere la preparación de la base de datos

cartográficos y de indicadores como primera etapa de su aplicación. La base de datos de indicadores tiene un diseño preestablecido que es manejado por el componente de Base de Datos y el Administrador de Datos. En una segunda etapa se requiere la definición de las relaciones entre los indicadores y las capas cartográficas según las unidades de análisis y niveles de agregación. Una vez cubiertas ambas etapas, la obtención de los mapas temáticos de los indicadores, datos de salud y de otros sectores contenidos en la base de datos es un proceso simple y fácil de realizar. Tiene una interfase de usuario amigable que facilita su uso y presenta la mayor parte de sus funciones de manera simplificada.

HealthMapper es muy útil para quienes requieren de una herramienta para mantener organizados un conjunto de indicadores agregados por diferentes unidades administrativas (ej: estados / departamentos / provincias, municipios, localidades), y contar con capacidades para la generación y despliegue de mapas temáticos de los mismos. Es importante indicar que éstas funciones son las más frecuentemente utilizadas y demandadas por la mayor parte de las unidades de vigilancia y programas de prevención y control de enfermedades. Las capacidades de análisis epidemiológico que ofrece HealthMapper son limitadas, estando más orientadas al componente descriptivo de la distribución y magnitud de los daños y determinantes de salud. Es un programa de plataforma independiente que requiere del Sistema Operativo Windows 98/NT/2000/Me/XP. Su distribución es gratuita o de bajo costo y está basada en acuerdos interinstitucionales con CRS/OMS.

### **SIGepi**

SIGepi es desarrollado por AIS en OPS con el propósito de responder a los objetivos de fortalecer los análisis en epidemiología y salud pública en la Región de las Américas y superar algunas de las barreras que limitan el uso de los SIG en salud pública. Su diseño y desarrollo ha estado guiado por la premisa de ofrecer a los usuarios de salud pública una herramienta de SIG versátil de plataforma independiente, que no depende de otros SIG comerciales que incluye i) la mayor parte de las funciones de los SIG y algunas funciones simplificadas, ii) un conjunto de métodos de análisis de datos de salud y sus determinantes, incluyendo técnicas descriptivas, exploratorias, de estimación de medidas de riesgo, de detección de conglomerados, identificación de necesidades y prioridades de salud, que permite apoyar efectivamente los procesos de toma de decisión en salud basados en evidencia; iii) un entorno amigable de SIG, fácil de utilizar y con orientación hacia la salud pública; y iv) una alternativa de herramienta SIG de bajo costo que pueda ser utilizada por los servicios de salud de los niveles locales, nacionales, regionales y globales.

Su audiencia y usuarios potenciales son los profesionales, técnicos y gerentes de salud pública de las unidades y servicios de salud de los diferentes niveles de toma de decisión dentro de los países, así como investigadores y profesionales que necesiten analizar datos de salud con referente espacial ó geográfico. Es un software de plataforma independiente desarrollado para la familia del Sistema Operativo Windows (Windows 98/NT/2000/Me/XP).

La interfaz gráfica de usuario de SIGepi contiene múltiples tipos de documentos, incluyendo Proyecto, Mapa, Tabla, Gráfico, Resultado y Presentación, cada uno de ellos con funciones, menús y herramientas específicas.

El programa SIGepi cuenta de un Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacional (SGBDR) que utiliza como formato nativo el MS Access (.mdb) y permite importar/exportar tablas de datos de otros formatos como Dbase, Excel, Btrieve, EpiInfo, Texto ASCII delimitado y registros de datos de EpiInfo version 6.x (.rec). Es un sistema abierto desde el punto de vista del manejo de los datos, permitiendo al usuario incorporar y manejar sus datos sin tener que seguir una estructura establecida a priori. Bajo este modelo, el usuario puede crear la base de datos, crear la estructura de sus tablas y/o importar tablas de datos existentes, producidas por otros sistemas de información rutinarios ó estudios específicos. Su SGBDR integrado al entorno del sistema permite el procesamiento de los datos no espaciales sin necesidad de recurrir a otros programas. La disposición de diálogos específicos para este fin, permite al usuario interactuar con la base de datos y crear consultas para la generación de tablas conteniendo nuevas variables, medidas e indicadores. Este enfoque no exige que el usuario conozca el Lenguaje Estructurado de Consultas (SQL, de sus siglas en inglés) del Modelo de Bases de Datos Relacional<sup>2</sup> para procesar los datos, lo que facilita su uso por profesionales menos experimentados en el tema. Las tablas de la base de datos pueden ser enlazadas con las capas cartográficas del mapa, permitiendo la visualización de las variables y su uso en las operaciones geográficas y otros procedimientos analíticos.

La ventana Mapa, es la interfase específica para el manejo de los mapas y capas cartográficas. Esta ofrece un número importante de funciones de SIG, que van desde las más sencillas, incluyendo la apertura de capas y definición de sus propiedades gráficas, cambio de escala, interacción con el mapa y solicitud de información, selección gráfica de unidades de las capas, entre otras, a otras más complejas, como la selección de unidades geográficas de una capa a partir de otra capa y la creación de capas geográficas a partir de datos geográficos de receptores GPS. El sistema gestor de bases cartográficas tiene la capacidad de manejar y procesar archivos en los formatos más comunes, tales como Shapefile de ESRI y otros formatos estandarizados incluyendo diversos formatos de imágenes. Maneja además archivos de fronteras de EpiMap versión 2 (.bnd). Las ventanas de Mapa, Tabla de Atributos de las capas cartográficas y Gráficos, que muestran diferentes formas visuales de los datos, están dinámicamente enlazadas, de manera que la selección de un dato en una de ellas se refleja en las otras. No se detallan aquí las funciones comunes de SIG implementadas en SIGepi por no ser objeto de este artículo, las mismas pueden encontrarse en otras publicaciones.<sup>7</sup>

SIGepi provee los siguientes métodos para el análisis de datos de salud:

- Estadísticas descriptivas. Incluye el cálculo de medidas de tendencia central y dispersión, valores mínimo, máximo, rango intercuartíl y valores atípicos, todos de utilidad durante la exploración de los datos; Análisis de correlación, que permite determinar la correlación entre variables y ayudar a determinar co-linealidad entre indicadores, paso importante al seleccionar variables e indicadores a incluir en un modelo; Distribución de Frecuencias, también útil en la exploración de datos; y Análisis de regresión lineal, la que ofrece capacidades para construir modelos de regresión lineal simple y múltiple, apoyando el análisis ecológico de datos.

- Estimación de Riesgos. Incluye el Cálculo de Tasas brutas y específicas, Razones y Proporciones, la Estandarización de Tasa por el método Directo e Indirecto, métodos de importancia para ajustar las estimaciones de riesgo por factores confusores, el Suavizamiento Espacial de Tasas y Estimación espacial de Razón Estandarizada de Mortalidad y Morbilidad basados en métodos Bayesianos, útiles para eliminar variabilidad en los datos cuando se trabaja con áreas o unidades de análisis pequeñas, con enfermedades poco frecuentes y en general con números pequeños. También son útiles cuando se pretende aumentar el poder de la estimación de riesgo y ayudar a visualizar la tendencia espacial de dicha estimación.

- Identificación de Áreas y Grupos de Población Críticos. A través de una interfase específica y sencilla permite construir una expresión condicional compleja con diversas variables e indicadores, facilitando la identificación de las unidades geográficas y grupos de población con las peores condiciones. Mediante la utilización de diferentes métodos de clasificación se facilita la selección de los valores de corte de cada elemento de la expresión. El proceso de identificación de áreas críticas puede complementarse con condiciones geográficas mediante la aplicación de la función de selección de unidades geográficas de una capa a partir de otras capas cartográficas.

- Identificación de Necesidades y Priorización de Intervenciones a través de la construcción de Índices Compuestos en Salud. Incluye un método para la construcción de índices compuestos estandarizando indicadores con diferentes unidades, también llamados índices sintéticos. A través de una interfase sencilla, permite seleccionar los indicadores a incluir en el modelo, definir la dirección de cada uno respecto al índice que se construye. Tiene utilidad para determinar necesidades insatisfechas de salud, áreas y grupos de población prioritarios y de mayor necesidad. Permite además otorgar pesos estandarizados a los indicadores incluidos en el modelo. Los índices compuestos permiten sintetizar información de diversas dimensiones relacionadas con un problema de salud y sus usos pueden ser diversos.

- Detección de conglomerados espaciales. Estos métodos son relevantes para la vigilancia epidemiológica y de salud pública, particularmente para detectar cuando el parámetro bajo observación se aleja de lo esperado, así como para la identificación de factores de riesgo y determinantes de efectos en la salud, y el planteamiento de nuevas hipótesis etiológicas. Se incluyen métodos para la identificación de presencia de conglomerados espaciales globales, incluyendo el Índice de Autocorrelación Espacial I de Moran y  $c$  de Geary. También se incluye el cálculo de Índices Locales de Autocorrelación Espacial (LISA de su sigla en inglés) que tiene el propósito de identificar la ubicación de los conglomerados de valores altos y bajos de datos agregados. Como parte de esta sección se incluye un método de detección de conglomerados espacio-temporales mediante la Prueba estadística de Knox, la que permite medir la asociación en espacio y tiempo de eventos de salud desagregados ó individuales.

- Medición de la Asociación entre Factores de Exposición Ambiental y Efectos de Salud, aplicado a estudios epidemiológicos de nivel individual. Este método utiliza la ubicación de datos de casos individuales y la ubicación de factores ambientales ó ecológicos en el área de estudio del mapa, y permite calcular diferentes medidas epidemiológicas

de asociación entre exposición al factor ambiental y el efecto a la salud, así como sus niveles de confianza, construye las tablas de contingencias e incluye un análisis estratificado si es requerido por el usuario. Las medidas de asociación responden a estudios epidemiológicos de cohorte y casos – controles.

Todas las funciones y métodos se presentan con interfases diseñadas bajo la perspectiva, lenguaje y marco conceptual de la epidemiología y la salud pública. SIGEpi ofrece un conjunto importante de funciones de los SIG, teniendo restricciones en las funciones de edición y digitalización de bases cartográficas. No obstante, ofrece funciones de generación de capas cartográficas de puntos, a partir de tablas con variables de coordenadas de latitud y longitud, así como de capas de puntos y líneas a partir del acceso directo a receptores GPS.

SIGEpi es útil para quienes necesiten implantar aplicaciones de SIG dirigidas a: 1) estudiar la magnitud y distribución espacial de eventos de salud en la población; 2) identificar grupos de población y unidades geográficas críticas; 3) estimar riesgos de enfermar o morir; 4) realizar análisis de asociación de factores de riesgo y posibles determinantes con efectos de salud; 5) identificar y plantear hipótesis etiológicas; 6) realizar análisis de la situación de salud; 7) monitorear eventos de salud y sus determinantes; 8) priorizar y focalizar acciones e intervenciones de salud; 9) monitorear y evaluar intervenciones de salud. Aunque SIGEpi está diseñado para aplicaciones en epidemiología y salud pública, puede ser utilizado como herramienta SIG en otras disciplinas y sectores.

Su distribución está basada en una licencia de uso de bajo costo. El paquete de programa y otros materiales relacionados puede ser descargado de Internet en <http://ais.paho.org/sigepi/index.htm?xml=sigepi/soporte.htm>. Entre los materiales relacionados con el programa SIGEpi se encuentran el Manual de Usuario, el sistema de Ayuda en Línea, y los Estudios de Casos que junto con su juego de datos, describen paso a paso la realización de procesos para la solución de problemas de salud pública.

AIS de OPS continuará dando soporte al desarrollo de SIGEpi, dada su relevancia como instrumento de cooperación técnica para el fortalecimiento de las capacidades analíticas en epidemiología y salud pública y la toma de decisiones basadas en evidencia en salud.

#### ***DismapWin***

DismapWin es un programa para el análisis estadístico avanzado de datos epidemiológicos, desarrollado por Schlattmann, de la Clínica Universitaria Benjamín Franklin (UKBF), Universidad Libre de Berlín (FUB). Permite el mapeo de datos de salud y medidas de riesgo tales como tasas y razones crudas. Entre los métodos analíticos que ofrece se encuentra el análisis de la heterogeneidad no observada de los datos epidemiológicos mediante la utilización de modelos mixtos, también llamados jerárquicos ó multi-nivel. Ofrece además la capacidad de realizar análisis ecológico utilizando el modelo de regresión de Poisson, ajustando la dependencia espacial de las variables independientes mediante un modelo de regresión mixto.<sup>20,21</sup>

Sus funciones analíticas se pueden agrupar en dos tipos: i) las medidas de estadística espacial descriptivas; y ii) la modelación

estadística. En el primero, se presentan los métodos para la identificación de presencia de conglomerados (cluster) y heterogeneidad espacial mediante las pruebas estadísticas de Moran y de Ohno-Aoki. Estos métodos permiten detectar la existencia de dependencia ó heterogeneidad espacial en las medidas de efecto y daños a la salud, dando indicaciones sobre la existencia de factores de exposición en determinados grupos de población y unidades geográficas. En caso de la modelación estadística, brinda modelos de regresión mixtos, que permiten ajustar los efectos de las dependencias y heterogeneidad espacial de los datos al modelar las relaciones de posibles factores de riesgo y la medida de efecto.<sup>20</sup>

DismapWin lee archivos de datos en formatos ASCII y dBase III, y utiliza el formato de fronteras de EpiMap versión 2 (.bnd) representados básicamente en forma de áreas o polígonos. Incluye funciones limitadas de SIG, restringiéndolas básicamente al despliegue de mapas temáticos de rangos o clases utilizando el método de clasificación de percentiles. Las estimaciones de riesgo hechas a partir de los modelos de regresión mixtos, son desplegadas en mapas temáticos, incluyendo los mapas de niveles de significación. Es un programa de plataforma independiente, no necesita de otros programas y es de distribución gratuita, pudiendo bajarse de su sitio en Internet.<sup>11</sup> Desde el punto de vista de su aplicación y uso, es relevante en los procesos de modelación estadística espacial de datos de salud.

### **GeoDa**

GeoDa es un programa diseñado para el análisis exploratorio de datos espaciales discretos en forma de puntos y polígonos, ofreciendo un conjunto importante de métodos estadísticos para el análisis de datos espaciales. Su objetivo principal es brindar un ambiente gráfico amigable para el usuario con una ruta natural para el análisis empírico de datos espaciales, comenzando con el mapeo y visualización simple, pasando a la exploración, el análisis de la autocorrelación espacial, y terminando con la regresión espacial. Ha sido desarrollado por Anselin y colaboradores, en el Laboratorio de Análisis Espacial del Departamento de Agricultura y Economía del Consumidor, en la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign.<sup>16</sup>

Su origen proviene de los primeros esfuerzos por desarrollar un puente entre programa de SIG ArcInfo de ESRI y los paquetes de programas estadísticos, que llevaron al desarrollo de SpaceStat<sup>22</sup> y su extensión para ArcView,<sup>23</sup> y DynESDA y su extensión para ArView, la cual introdujo el concepto de ventanas dinámicamente enlazadas (término en inglés: linking and brushing) en un ambiente de SIG.<sup>19</sup> Estas soluciones necesitaban de ArcView para la construcción de las matrices de vecindad y pesos espaciales requeridas por los métodos de estadística espacial, así como para visualizar los resultados en mapas.

El diseño de GeoDa consiste de un ambiente interactivo que combina mapas con gráficos estadísticos, usando la tecnología de ventanas enlazadas dinámicamente. En términos generales, sus funciones pueden ser clasificadas en seis categorías: 1) Utilidades y Manipulación de datos espaciales: entrada de datos, salidas y conversión de datos; 2) Transformación de Datos: transformación de variables y creación de nuevas variables; 3) Mapeo: creación de mapas temáticos, cartogramas y mapas animados; 4) Análisis Exploratorio de Datos (EDA): creación de diversos tipos de gráficos estadísticos como histogramas, diagramas de cajas y diagramas de dispersión;

5) Autocorrelación Espacial: estadísticos de autocorrelación espacial global y local con inferencia y visualización; y 6) Regresión Espacial: diagnóstico y estimación de parámetros de modelos de regresión espaciales. Mayor detalle sobre el diseño y funcionalidad de GeoDa puede encontrarse en otras publicaciones.<sup>24</sup>

GeoDa tiene capacidades para el despliegue y visualización de mapas, aunque las funciones de SIG que ofrece son muy limitadas. Es una herramienta que responde a diversas necesidades analíticas en epidemiología y salud pública, sin embargo, los términos y orientación se enfoca a los profesionales de disciplinas como la estadística, análisis espacial y econometría en general.

Es un programa de plataforma independiente que corre en la plataforma del Sistema Operativo Microsoft Windows 98/NT/2000/Me/XP, así como sobre emuladores virtuales de Windows sobre sistemas operativos de Mac (MacOS 9 and MacOS X). Su distribución es gratuita y puede ser descargado de Internet.<sup>16</sup> Está bien documentado, su manual de usuario describe de forma adecuada el uso de las funciones y detalla los métodos implementados, sus usos e interpretación de los resultados.

### **Programas de análisis estadístico de datos espaciales que requieren de SIG**

#### **DMAP**

El Programa de Análisis y Mapeo de Enfermedades (traducido del original en inglés Disease Mapping and Análisis Program) (DMAP) permite estimar la tasa de enfermar o morir, como medida de riesgo epidemiológico, en un área geográfica de estudio. Desarrollado por el Departamento de Geografía de la Universidad de Iowa.<sup>13</sup> La estimación de riesgo se realiza utilizando el concepto de filtros espaciales y pruebas estadísticas utilizando simulación de Monte Carlo para determinar la significación de las estimaciones. Responde al enfoque de construir distribuciones continuas del riesgo sobre un área geográfica<sup>25</sup> a partir de observaciones discretas.

DMAP calcula las tasas sobre el área de estudio utilizando datos individuales y datos agregados. Los datos individuales se refieren a datos de casos que se han referenciado a una ubicación geográfica, teniendo como variables un par de coordenadas geográficas. Los datos agregados son datos de número de casos y población por unidad geográfica, ya sean ciudades, áreas censales, municipios u otras áreas administrativas. En caso de que los datos correspondan a áreas, se utiliza el par de coordenadas del punto central (centroide) del polígono.

En sentido general, el método consiste en superponer una rejilla de puntos equidistantes y uniformemente distribuidos sobre toda el área geográfica y contar, para cada punto, el número de casos y población en riesgo dentro de una distancia radial dada. Con dichos valores, se estima la medida de riesgo y su significación estadística a partir de simulación por el método de Monte Carlo. Los resultados son colocados en tres archivos en formato Texto ASCII, uno para la rejilla, otro con la estimación de riesgo y un tercero con la significación estadística de la estimación.

Para lograr la estimación de la distribución del riesgo de forma continua sobre el área geográfica, se requiere además utilizar los resultados producidos por DMAP en un SIG y aplicar

técnicas de interpolación, mediante el método Kriging y como paso final construir líneas de contornos para representar áreas de riesgo. El proceso requiere la utilización del programa de SIG ArcView y las extensiones Spatial Analyst y 3D Analyst. Esto constituye una limitación para muchos usuarios debido a los costos de los programas requeridos y a la necesidad de conocer las técnicas de geostatísticas.

DMAP es un programa de plataforma independiente que corre sobre el sistema operativo Windows y su distribución es gratuita, puede ser descargado del sitio en Internet del Departamento de Geografía de la Universidad de Iowa.<sup>13</sup>

### **SaTScan**

El programa SaTScan™ ha sido desarrollado para analizar datos de eventos de salud en tiempo, espacio y espacio-tiempo utilizando el estadístico Scan. Tanto el programa como el método estadístico han sido desarrollados por Kulldorf.<sup>26</sup> Tiene como propósitos: i) apoyar la vigilancia epidemiológica de enfermedades, mediante la detección de conglomerados de eventos de salud en espacio ó en tiempo, ó en tiempo y espacio, y verificar su significación estadística; ii) probar si una enfermedad se distribuye en forma aleatoria en el espacio, en el tiempo o en el espacio y el tiempo; iii) evaluar la significación estadística de conglomerados de enfermedades de alto riesgo, bajo riesgo y ambos; y iv) ejecutar en forma periódica y repetitiva los método de detección temprana de epidemias en la vigilancia epidemiológica.

SaTScan usa dos tipos de modelos, un modelo basado en Poisson, donde el número de eventos en un área se asume sigue una distribución estadística Poisson de acuerdo a un riesgo poblacional conocido, en cuyo caso los datos están agregados por unidades geográficas; y otro basado en Bernoulli<sup>27</sup> para datos de eventos individuales ó por individuos con valores de 1 y 0 para identificar casos y controles.

Utiliza diferentes tipos de datos de acuerdo al tipo de análisis a realizar. Los formatos de los archivos de datos de entrada y de salida que maneja el programa SaTScan son Texto ASCII y dBase. Los archivos con los resultados de los conglomerados (cluster) identificados pueden ser importados a un SIG para visualizarlos en un mapa. El manejo de los archivos de resultados de SaTScan por un SIG requiere que se realicen procesos de importación, despliegue mediante mapas temáticos y producción de archivos cartográficos en el caso de los círculos que representan los conglomerados.

SaTScan es un programa de plataforma independiente que corre sobre el sistema operativo Windows y es de distribución gratuita, puede ser descargado de Internet.<sup>14</sup> La documentación de usuario es de buena calidad lo que facilita el proceso de aprendizaje del software, los métodos y la interpretación de los resultados. Además, dispone de una larga lista de referencias bibliográficas sobre los métodos implementados y diversos ejemplos de aplicaciones en salud.

### **CrimeStat**

CrimeStat® es un programa de estadísticas espaciales diseñado específicamente para el análisis de la ocurrencia de incidentes criminales, desarrollado por Ned Levine bajo el auspicio del Instituto Nacional de Justicia de Estados Unidos de América. Su propósito es brindar un conjunto de herramientas estadísticas complementarias para ayudar a las agencias encargadas de hacer cumplir la ley y a investigadores

de justicia criminal en sus esfuerzos de mapeo de la actividad delictiva.<sup>15, 28</sup>

CrimeStat utiliza varios tipos de archivos de datos de entrada, un archivo primario y otro secundario, ambos contienen la ubicación de incidentes en forma de pares de coordenadas, así como la fecha de ocurrencia del incidente. El archivo secundario contiene datos asociados con el primario y puede ser utilizado con fines de comparación en los métodos de detección de conglomerados (cluster) de vecinos más cercanos ajustado en función del riesgo y la interpolación de superficies de riesgo dual. Utiliza además un archivo que define una rejilla de polígonos o grid regular ó irregular que se superpone sobre el área de estudio. Dicha rejilla puede ser creada por CrimeStat ó por un SIG.

Los métodos de estadística espacial instrumentados en CrimeStat son: 1) Distribución Espacial: conjunto de métodos para la descripción de la distribución espacial de incidentes, tales como el centro medio, centro de mínima distancia, la elipse de desviación estandarizada, y el índice de autocorrelación espacial I de Moran; 2) Análisis de Distancia: conjunto de técnicas estadísticas para describir las propiedades de las distancias entre los incidentes, incluyendo análisis de vecinos más cercanos, análisis lineal del vecino más cercano, y el estadístico K de Ripley; 3) Análisis de Puntos Calientes ("Hot Spot") incluye las rutinas para realizar el análisis de Punto Calientes, incluyendo la moda, la moda difusa, detección de conglomerados de vecinos más cercanos jerárquicos y de vecinos más cercanos jerárquicos ajustados por niveles de riesgo, así como otras rutinas para el Análisis Espacial y Temporal de Crímenes (STAC por sus siglas en inglés), que incluyen el método de detección de conglomerados K-means y los Índices Locales de Autocorrelación Espacial (LISA por sus siglas en inglés) propuestos por Anselin; 4) Modelación Espacial, la que incluye métodos de interpolación utilizando el método de estimación de la densidad de kernel de una variable simple (ej. robos en viviendas), para producir un estimado de superficie o de contorno de la densidad de incidentes, también incluye el método de estimación de densidad de kernel dual utilizando dos variables en la estimación para la comparación de densidades de incidentes con la densidad de una línea de base (ej. robos en viviendas respecto al número total de viviendas) y otras técnicas para el análisis espacio-temporal como los índices de Knox y Mantel, que permiten detectar la asociación en incidentes en tiempo y espacio, entre otros métodos con mayor aplicación en el análisis de criminalidad.

El programa utiliza la ubicación de incidentes criminales (e.g., ubicación de robos) como datos de entrada, en archivos en formato dBase ('dbf'), cartográficos Shapefile ('shp') o de Texto ASCII. A partir de estos datos, permite aplicar los métodos de estadística espacial, produciendo los resultados en archivos de formato cartográfico que pueden ser utilizados directamente por diferentes programas de SIG como ArcView®, MapInfo®, Atlas\*GISTM, Surfer® for Windows, y ArcView Spatial Analyst©. No tiene capacidad para la visualización de mapas ni funciones de SIG, su diseño se ha centrado en los métodos de análisis de datos espaciales, dejando que el despliegue de los resultados se realice mediante un SIG. Una característica importante desde el punto de vista programático, es la disponibilidad de una Interfase de Programación de Aplicación (API) que permite que otros programas invoquen sus procedimientos y funciones.

La mayoría de los métodos del programa CrimeStat tienen aplicación en el análisis de datos espaciales de salud y vigilancia en salud pública. Las funciones de Distribución espacial, pueden ser usadas para describir la ocurrencia de eventos de enfermedad o muerte de nivel individual, ayudando a visualizar y caracterizar la ocurrencia de los eventos de salud, responder preguntas como ¿los casos están dispersos ó concentrados?, ¿dónde se están concentrando los eventos?, ¿los casos están ocurriendo próximos a una fuente de contaminación ó a un factor de riesgo ambiental?. Las funciones de Análisis de Distancia ayudan a describir los parámetros y propiedades de las distancias entre los eventos de salud, ofreciendo medidas como distancia mínima y máxima, distancia promedio, y distancia promedio de vecinos más cercanos. El Análisis de Puntos Calientes, llamado también Análisis de Conglomerados, permite identificar dónde se localizan las concentraciones de eventos de salud más allá de lo esperado por el azar. En el caso de disponer de datos agregados por unidades geográficas, esta sección ofrece el método de Índices Locales de Autocorrelación Espacial, con el mismo fin. Los métodos de la sección de Modelación Espacial tienen también aplicación en salud pública, particularmente cuando interesa estimar superficies continuas de riesgo de enfermar o morir a partir de mediciones discreta.

CrimeStat está siendo usado de forma extensiva por los Departamentos de Policía en Estados Unidos de América así como por la justicia criminal.<sup>29</sup> Es un programa de plataforma independiente que corre sobre el Sistema Operativo Windows (98, NT, 2000, XP), su distribución es gratuita, pudiendo ser descargado de Internet.<sup>15</sup> Su funcionalidad está bien documentada en su Manual de Usuario y el programa se acompaña con juegos de datos que facilitan su aprendizaje e interpretación de los resultados.

### **EpiAnalyst**

EpiAnalyst es una extensión del programa ArcView 3.x que permite la utilización de los métodos de análisis estadístico de datos espaciales desde el entorno de ArcView. Para esto, realiza enlaces con los programas DMAP, SaTScan, CrimeStat, S-PLUS, EpiInfo y otras extensiones de ArcView como Arc-SDM Modelador de Datos Espaciales (Spatial Data Modeller), Spatial Analyst y 3D Analyst. Además ofrece otras utilidades de apoyo al análisis como la Unión Espacial entre capas cartográficas, la interpolación de valores de variables en unidades geográficas en forma de áreas, y la creación de polígonos de Thiessen.

La extensión EpiAnalyst ha sido desarrollada por el Public Health Research Laboratory<sup>18</sup> y ofrece el atractivo de permitir el acceso a la mayoría de los métodos de análisis de datos espaciales desde el entorno de ArcView; sin embargo, los inconvenientes para su uso son su costo y el requerimiento de disponer de licencias de software comerciales como ArcView y/o ArcMap y sus extensiones Arc-SDM, Spatial Analyst y 3D Analyst, así como del paquete de programas S-PLUS, los que tienen costos prohibitivos para la mayoría de los usuarios de los niveles comunitarios y locales en el sector salud.

### **Conclusiones**

Existe actualmente una variedad de paquetes de programas y herramientas para el análisis de datos espaciales que pueden ser utilizados en salud pública, que van desde programas SIG a programas específicos de métodos de análisis. Aunque queda mucho por recorrer en el proceso de adopción y uso efectivo

de los mismos en la resolución de problemas de salud pública, lo alcanzado hasta ahora presenta variadas alternativas para los equipos técnicos del sector salud.

EpiMap y HealthMapper son alternativas factibles para los equipos técnicos que requieren de funciones básicas de SIG. En caso de requerirse funciones más complejas y/o métodos analíticos deberán optar por otras alternativas. SIGEpi se distingue por ofrecer una plataforma amplia de SIG con funciones de análisis estadístico de datos espaciales integradas en el entorno del programa. Se destaca por ofrecer métodos específicos para distintos abordajes analíticos en salud pública y tener un bajo costo, presentándose como alternativa de herramienta de análisis y apoyo a la toma de decisiones en salud pública con mayores posibilidades de adopción en el sector salud. El programa GeoDa es una alternativa factible de ser adoptada, por ofrecer un conjunto importante de métodos de exploratorios y de análisis y funciones para el despliegue de datos geográficos un entorno independiente de plataforma.

De los programas específicos de análisis de datos espaciales descritos en este artículo, algunos requieren en alguna medida del uso de SIG. DMAP tiene una mayor dependencia de ArcView y Spatial Analyst para completar su metodología de análisis, sin embargo, en el caso de SaTScan y CrimeStat, sus resultados pueden ser desplegados con cualquier programa SIG, dejando una ventana de oportunidad para el uso de SIG gratuitos o de bajo costo. Esto presenta una ventaja relativa para su uso respecto a aquellos que requieren de SIG comerciales.

Se sugiere que los equipos técnicos de salud pública evalúen las diversas herramientas disponibles, teniendo en consideración sus propias necesidades. Se debe tener en cuenta que por lo general se requiere de un conjunto de programas dado que es difícil que una única herramienta ofrezca la solución completa a las necesidades de análisis.

### **Referencias bibliográficas**

1. Issue Focus: Geographic Information Systems in Public Health, Part 1. J. Public Health Management and Practice. Vol 4. No. 1, 1999.
2. Issue Focus: Geographic Information Systems in Public Health, Part 1. J. Public Health Management and Practice. Vol 5. No. 2, 1999.
3. Castillo-Salgado C., et al. Sistemas de Información Geográfica en Salud: Conceptos Básicos. Washington, DC.: PAHO, 2003.
4. Thrall, SE. Geographic Information System (GIS). Hardware and Software. J Public Health Management Practice, 5(2), 82-90, 1999.
5. World Health Organization. Herramienta HealthMapper. Sitio en Internet: <http://www.who.int/csr/mapping/tools/healthmapper/healthmapper/en/>, revisado el 10 de Diciembre del 2004.
6. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Cooperación técnica de la OPS en sistemas de información geográfica aplicados en epidemiología (SIG-EPI) en las Américas. Boletín Epidemiológico/OPS, 17(2):8-10, 1996.
7. Martínez Piedra R., et al. SIGEpi: Sistema de Información Geográfica en Epidemiología y Salud Pública. Boletín Epidemiológico/OPS, 22(3):4-5, 2001.
8. Dean, A.G. EpiInfo and EpiMap: Current Status and Plans for EpiInfo 2000. Journal of Public Health Management Practice, 5(4), 54-57, 1999.
9. CDC. EpiInfo. Sitio en Internet <http://www.cdc.gov/epiinfo/>, revisado el 10 de Diciembre del 2004.
10. Rushton G, Eles G, McMaster R. Considerations for Improving Geographic Information System Reseca in Public Health. URISA Journal, Vol 12, No. 2: 31-49, Spring 2000.
11. DismapWin. Sitio en internet <http://ftp.ukbf.fu-berlin.de/sozmed/DismapWin.html>, revisado el 10 de Diciembre del 2004.
12. TerraSeer. SpaceStat. Sitio en Internet <http://www.terraeer.com/products/spacestat.html>, revisado el 10 de Diciembre del 2004.
13. Department of Geography, University of Iowa. Disease Mapping and Análisis Programa (DMAP). Disponible en sitio en Internet [<http://www>

- uiowa.edu/~geog/research/dmap/index.htm], revisado el 10 de Diciembre del 2004.
14. SaTScan. Spatial and Temporal Scan Tests Program (SaTScan). Disponible en sitio en Internet [http://www.satscan.org/], revisado el 10 de Diciembre del 2004.
  15. National Archives of Criminal Justice Data. CrimeStat Spatial Statistics Program: Version 2.0. Disponible en [http://www.icpsr.umich.edu/NACJD/crimestat.html], revisado el 10 de Diciembre del 2004.
  16. Spatial Analysis Laboratory, Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana Champaigne. Programa GeoDa. Disponible en sitio en Internet [http://sal.agecon.uiuc.edu/geoda\_main.php], revisado el 10 de Diciembre del 2004.
  17. TerraSeer. ClusterSeer. Disponible en sitio en Internet [http://www.terraSeer.com/products/clusterSeer.html], revisado el 10 de Diciembre del 2004.
  18. Public Health Research Laboratories. Disponible en sitio en Internet [http://www.phrl.org/], revisado el 10 de Diciembre del 2004.
  19. Anselin L. Computing environments for spatial data analysis. *J Geograph Syst.* 2:201-220, 2000.
  20. Schlattmann P; Dietz E; Böhning D. Covariate adjusted mixture models and disease mapping with the program DismapWin. *Stat Med*15(7-9):919-29, 1996.
  21. Schlattmann P. The Computer Package DismapWin. *Comments in: Stat Med* 1996; 15(7-9):931.
  22. Anselin, L. SpaceStat, a Software Program for Analysis of Spatial Data. National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA), University of California, Santa Barbara, California. 1992.
  23. Anselin L and Bao S. Exploratory Spatial Data Analysis linking SpaceStat and ArcView. In: Fisher M, Getis A (eds). *Recent development in spatial analysis*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York. 1997.
  24. Anselin L, Syabri I and Youngihn Kho. GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. *Geographical Analysis*. [En prensa] Disponible en sitio en Internet [http://sal.agecom.uiuc.edu/pdf/geodaGA.pdf], revisado el 10 de Diciembre del 2004.
  25. M.A. Weinstock. "A generalized scan statistic test for the detection of clusters." *International Journal of Epidemiology* 10:289-293, 1981.
  26. Kulldorff M. and Information Management Services, Inc. SaTScanTM v6.0: Software for the spatial and space-time scan statistics. Sitio en Internet http://www.satscan.org, revisado el 10 de Diciembre del 2004.
  27. Kulldorff M. A spatial scan statistic. *Communications in Statistics: Theory and Methods*, 26:1481-1496, 1997.
  28. Ned Levine. CrimeStat: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations (v 2.0). Ned Levine & Associates, Houston, TX, and the National Institute of Justice, Washington, DC. May 2002.
  29. Levine, N. (2004). The CrimeStat program: Characteristics, use and audience. In: *Proceedings of the SCISS Specialist Meeting "New Tools for Spatial Data Analysis"*. Santa Barbara, California, USA. May 10-11, 2002. Disponible en sitio en Internet: [http://www.dpi.inpe.br/gilberto/csis/papers/levine.pdf], revisado el 10 de Diciembre del 2004.

**Nota:** La Organización Panamericana de la Salud no respalda, ni tiene afiliación alguna con los siguientes programas de SIG, ArcView y ArcGIS (marcas registradas de ESRI), MapInfo (marca registrada de MapInfo Corp.), Maptitude (marca registrada de Caliper Corp.), Idrisi (marca registrada de Clark Labs, Clark University) y Geomedia (marca registrada de Intergraph).

Este artículo fue preparado por Ramón Martínez-Piedra, Enrique Loyola-Elizondo, Manuel Vidaurre-Arenas, y Patricia Nájera Aguilar, miembros del Área de Análisis de Salud y Sistemas de Información Sanitaria (AIS), de la Organización Panamericana de la Salud (OPS).

## Desigualdades en salud

Los dos valores básicos sobre los que gira el trabajo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) son la equidad y el panamericanismo. Estos valores son la base para la cooperación con los países, por lo tanto el medir y monitorear las desigualdades en este campo es una actividad fundamental para la toma de decisiones. La cooperación técnica con los países debe concentrarse en la identificación de las inequidades y en la definición de estrategias eficaces para reducir las y, eventualmente, eliminarlas.

A pesar de que la situación general de la salud en la Región de las Américas ha tenido logros importantes, continúa siendo la región del mundo que presenta la mayor inequidad en la distribución de los ingresos. Actualmente sigue existiendo una gran disparidad en la situación de salud de los diferentes países y grupos sociales. Es conocido que los grupos con peores condiciones socioeconómicas no solo sufren una mayor carga de enfermedad, sino que, además, presentan enfermedades crónicas e incapacidades a edades más tempranas, tienen menos acceso a los servicios de salud y estos son de peor calidad.

La medición de las desigualdades en el campo de la salud es una condición indispensable para avanzar en la mejoría de la situación de salud de la Región, donde el análisis de los valores promedios ha dejado de ser suficiente. Este tipo de análisis es una herramienta fundamental para la acción en busca de una mayor equidad en salud. En general, los sistemas de información y los análisis de la situación de salud no toman en cuenta la evaluación de las desigualdades. Medir las desigualdades en las condiciones de vida y

salud constituye el primer paso hacia la identificación de inequidades en el campo de la salud. De acuerdo a Whitehead (1991) y Schneider (2002) desigualdad no es sinónimo de inequidad. La inequidad es una desigualdad injusta y evitable, y en esto radica su importancia para las instancias decisorias. Calificar como inequidad una desigualdad implica conocer sus causas y poder fundamentar un juicio sobre la injusticia de dichas causas.

Por la importancia del tema, el Boletín Epidemiológico hace en este número, una reseña del número especial sobre la medición de las desigualdades de salud, publicado por la Revista Panamericana de Salud Pública (Vol. 12, No. 6, Diciembre 2002). Además, retomará la publicación de uno de los artículos, los métodos de medición de las desigualdades en salud de Schneider y Col., el cual trata de forma sencilla cada una de las metodologías para el abordaje de las desigualdades en salud. El artículo de Schneider y Col. presenta una guía para calcular los indicadores y se comentan las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. En este número del Boletín Epidemiológico se incluye un resumen de la introducción, el tipo de indicadores y sus características; y en los siguientes números se estará incluyendo la metodología para calcular los indicadores más utilizados en la medición de las desigualdades en el campo de la salud, como son: la razón y diferencia de tasas, el índice de efecto, el riesgo atribuible poblacional, el índice de disimilitud, el índice de desigualdad de la pendiente y el índice relativo de desigualdad, el coeficiente de Gini y el índice de concentración.

## Reseña de la Revista de Desigualdades en Salud

Las inequidades en salud son las diferencias en los niveles de salud de distintos grupos socio-económicos y que son consideradas injustas en base a una evaluación detallada de sus causas.<sup>1</sup> Igualmente, Kawachi, Subramanian & Almeida-Filho<sup>2</sup> definen inequidades en salud como las desigualdades en salud que son consideradas injustas o emanadas de alguna forma de injusticia. Al igual que existen diferentes definiciones publicadas de inequidades en salud, lo mismo ocurre con el concepto de 'justicia'.<sup>3</sup> Por lo tanto, evaluar inequidades en salud, incluye la necesidad de realizar la medición de lo que es o no es justo en una dada sociedad. Si bien hay algunas metodologías que ya han sido propuestas, todas son basadas en la necesidad de un juicio de valor y son dependientes de la teoría de justicia adoptada y de las explicaciones aceptadas para la etiología de las inequidades observadas, involucrando entonces un concepto político normativo.<sup>2,3</sup> En consecuencia, la Sociedad Internacional por la Equidad en Salud adopta, como una definición operacional, que inequidades son "las diferencias sistemáticas [y potencialmente remediabiles] en uno o más aspectos del estado de salud de poblaciones o subgrupos poblacionales social, económica, demográfica o geográficamente definidos."<sup>4</sup> Una dimensión fácilmente medible de este concepto, y que ha permitido una aproximación a las inequidades en salud de una sociedad, es la de las desigualdades en salud. Estas son entendidas como un termino genérico que involucra diferencias, variaciones y disparidades en los logros en salud de individuos y grupos poblacionales, que no implica asumir un juicio de valor moral/ético de estas diferencias, o consideraciones estrictas sobre su solución.<sup>2</sup>

Recientemente, ha habido un gran interés en el tema de las inequidades y las desigualdades en salud. Varios estudios apuntan a la relevante magnitud de las desigualdades en salud en países con diversos grados de desarrollo. Además, y más grave, es que a pesar de la mejoría general de las condiciones de salud promedio de las poblaciones, en salud en años recientes ocurrió una tendencia al incremento de las desigualdades en muchas áreas. Cada vez se señala con mayor frecuencia la importancia que las políticas de salud tienen como instrumentos para corregir y disminuir tales desigualdades; sin embargo, cuando se ignoran las desigualdades existentes, las políticas pueden influir de tal forma el sector salud que éste se constituye en un determinante más del incremento de las desigualdades en salud en la sociedad. En ese sentido, debe mencionarse el concepto de equidad en servicios de salud, que implica que no existan diferencias en los servicios de salud donde las necesidades sean iguales (equidad horizontal) o que existan servicios de salud mejorados donde estén presentes mayores necesidades (equidad vertical).<sup>5</sup> Obviamente, las desigualdades en salud y su marcada determinación socioeconómica no son un tema que se agota dentro del sector salud, tanto en lo que se refiere a su abordaje conceptual como en lo referente a la identificación y desarrollo de intervenciones efectivas para su solución. Debido a la variedad de factores determinantes que compone la red de causalidad de las desigualdades en salud, se requiere que su abordaje sea multisectorial, con políticas, programas e intervenciones dirigidas a disminuir o limitar los efectos negativos en salud.

El tema de las desigualdades en salud ha sido objeto de importante atención en la Organización Panamericana de la Salud (OPS) oportunamente, integrando el concepto en su misión de fortalecimiento del uso y análisis de la información sobre desigualdades en la gestión de la salud pública en las Américas. Además, se han adoptado varias iniciativas para incentivar el debate teórico-conceptual sobre el tema y dedicado gran esfuerzo para promover la institucionalización de prácticas basadas en evidencia, que busquen mayor equidad en salud entre los grupos humanos de nuestras sociedades. Entre estas prácticas, se destaca el necesario monitoreo y vigilancia de las desigualdades en salud y la evaluación de su etiología, las cuales frecuentemente muestran especificidades locales importantes. Considerando este tema, la OPS ha puesto a disposición información técnica, metodologías y otros materiales para optimizar el abordaje de las desigualdades en salud dentro de la práctica de los servicios de salud, y para sensibilización de los profesionales de salud, en especial a los tomadores de decisión.

Una de las iniciativas específicas recientemente adoptadas por la OPS en este sentido, ha sido la edición de un número especial de la Revista Panamericana de Salud Pública sobre "Medición de las Desigualdades en Salud", que fue distribuido en Diciembre de 2002. Este número incluyó seis artículos científicos originales y tres temas de actualidades. Además, incluyó una guía especial sobre "Metodologías para la medición de desigualdades en salud". A continuación se presenta un breve resumen comentado de estos artículos.

Los artículos de **Barbosa, J. & Barros, M.B. [Epidemiologia E Desigualdades: Notas sobre a teoria e a história - artículo en portugués]** y de **Starfield, B. [Equity In Health: perspective on non-random distribution of health in the population - tema de actualidad en ingles]** presentan un marco histórico conceptual sobre el tema. Barbosa & Barros introducen la historia del pensamiento precursor de la actual conceptualización de las inequidades en salud, que es discutida en forma amplia basándose en una revisión de la bibliografía relevante. El artículo incluye explicaciones históricas sobre la causalidad de la enfermedad en poblaciones humanas y sus inherentes desigualdades, así como el desarrollo del papel de la Epidemiología en este contexto. El artículo de Starfield, empieza indicando que las desigualdades en salud no ocurren aleatoriamente y discute el proceso de determinación de conglomerados (en Inglés clusters) de problemas de salud identificados en poblaciones humanas. La autora propone una compleja red de causalidad del estado de salud y de factores de riesgo determinantes que sirve como base para entender que los problemas de salud se agregan en una manera sistemática (y no aleatoria). Ella señala también que es muy improbable que esta red de causalidad compleja actúe de la misma manera en todas las áreas/regiones y llama la atención sobre la necesidad de más estudios sobre la génesis de las desigualdades en salud. Concluye sugiriendo que la información y conocimiento originados de estos estudios se traduzca en acciones efectivas para el enfrentamiento del problema.

Otro artículo agrega una reflexión sobre la situación de las desigualdades en salud en las Américas, incluyendo ejemplos de diferentes abordajes metodológicos utilizados para su medición, presentado por **Alleyn, G.A.O, y cols. [Overview of social health inequalities in the region of the americas using different methodological approaches - artículo en inglés]**. En este trabajo los autores hacen un análisis descriptivo de la situación de la salud en la región de las Américas, seguido por un abordaje exploratorio de las desigualdades sociales en salud entre los países que componen esta región. Destacando las grandes disparidades en el estado de salud y de algunos de sus determinantes, los autores indican que la búsqueda de equidad en salud no es solo una cuestión teórica, sino una referencia concreta para la cooperación técnica entre países, una vez que la equidad es reconocida como un supuesto imperativo necesario para alcanzar al desarrollo humano integral en la Región.

Como ejemplos de los análisis de desigualdades en salud en los países de las Américas, la revista incluye los trabajos de **Duarte, E.C., Et al. [Expectativa de vida ao nascer e mortalidade no brasil em 1999: uma análise exploratória dos diferenciais regionais - artículo en portugués] y de Gattini, C; Sanderson, C. & Castillo-Salgado, C. [Variaciones de indicadores de mortalidad evitable como aproximación a desigualdades en salud en comunas chilenas - artículo en español]**. En el trabajo realizado en Brasil (Duarte et al) se estudiaron las desigualdades en salud entre las regiones y los estados Brasileños, enfatizando la esperanza de vida al nacer, la mortalidad infantil y de la niñez (menores de 5 años de edad) de acuerdo a causas específicas (enfermedades diarreicas y respiratorias agudas), y la mortalidad por causas externas (homicidios y accidentes de tránsito). Se analizaron las asociaciones ecológicas entre los indicadores de salud y los indicadores socioeconómicos y demográficos seleccionados. Los resultados del estudio indicaron un patrón de desigualdades en salud en Brasil con marcada polarización intranacional e intraregional, así como yuxtaposición de enfermedades relacionadas al subdesarrollo y al desarrollo. Esta situación compleja demanda acciones más específicas del sector salud orientadas hacia minimizar estas desigualdades. El artículo de Gattini, Sanderson y Castillo-Salgado analiza la variación de indicadores de mortalidad evitable, como una aproximación a la magnitud de las desigualdades en salud, entre distintas áreas geográficas. Ellos utilizan para este abordaje metodológico, datos de salud de áreas geográficas pequeñas de Chile. Los autores observan asociaciones inversas (negativas) significativas entre los indicadores de mortalidad evitables seleccionados (años potenciales de vida perdidos, tasa de mortalidad evitable y tasa de mortalidad infantil) con los de desarrollo socioeconómico y discuten las implicaciones de sus resultados para políticas de priorización a las áreas más postergadas y de amplitud de cobertura para prevenir el mayor número de muertes.

El número especial de la revista incluye, además, algunas experiencias metodológicas útiles para el estudio de las desigualdades en salud, que se describen a continuación.

En el artículo de **Schneider, M.C. y Cols. “Metodologías para la medición de desigualdades en salud”, [informe especial en español]** se discuten indicadores de situación de salud, de servicios de salud y socioeconómicos apropiados

para los estudios de desigualdades en salud. Así mismo, se describen metodologías básicas seleccionadas para la medición de desigualdades en salud, las cuales pueden ser útiles para la práctica de los servicios de salud en sus diferentes niveles. Se discuten también las circunstancias y niveles de aplicación de los diversos métodos de medición así como sus ventajas y limitaciones.

Usando un abordaje teórico y práctico, **Bacallao, J. y Cols. [Indicadores basados en la noción de entropía para la medición de las desigualdades sociales en salud - artículo en español]**, describen las ventajas de la medición de desigualdades basada en la noción de la entropía. Este concepto tiene su origen en la física, en la estadística y en la teoría de la información. En este artículo, los autores inician con una revisión de los instrumentos clásicos para la medición de las desigualdades y posteriormente describen los índices basados en la noción de entropía propuesta. En cuanto a este último aspecto, son abordadas las definiciones y propiedades de tales índices y se ejemplifica su uso para la medición de las desigualdades en salud. La conclusión de los autores favorece la utilidad de estos índices en el campo de las desigualdades, considerando que algunas de sus propiedades son singulares para este fin.

El artículo de **Metzger, X [Agregación de datos en la medición de desigualdades e inequidades en la salud de las poblaciones - artículo en español]** tuvo como objetivo determinar las consecuencias y adecuación del uso de diferentes niveles de agregación de datos en la medición de las desigualdades en la situación de salud de las poblaciones. El autor ejemplificó el cálculo de las medidas más frecuentemente usadas, teniendo la tasa de mortalidad infantil de Costa Rica como indicador de salud. Metzger discute la necesidad de considerar el beneficio vs. pérdida que surgen al optar entre un mayor o un menor nivel de agregación de las unidades geográficas usadas en estudios de desigualdades en salud. Con el ejemplo de Costa Rica se describe el efecto en la consistencia de los resultados obtenidos en estudios que usan agregados grandes. El autor concluye que algunas mediciones generan resultados muy discrepantes de acuerdo a los diferentes niveles de agregación utilizados y recomienda considerar los objetivos del estudio para guiar la selección adecuada de las metodologías que serán utilizadas.

En otro artículo, **Loyola-Elizondo E., y Cols. [Los sistemas de información geográfica (SIGs) como herramienta para el monitoreo de las desigualdades en salud - artículo en español]**, discuten la utilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el monitoreo de las desigualdades en salud, destacando su capacidad de integración de datos e información de diferentes fuentes y tipos y su consecuente procesamiento. Esto permite simplificar, agilizar y automatizar los análisis epidemiológicos de diversos niveles de agregación. Para ilustrar las propiedades de los SIG, los autores usan como ejemplo las desigualdades en las tasas de mortalidad infantil (por ser uno de los indicadores con mayor cobertura) en los países de las regiones de las Américas, según indicadores socioeconómicos, analizadas en tres distintos niveles de agregación (regional, nacional y local). Ellos concluyen que, basado en la definición de la magnitud y distribución de los eventos de salud y de sus determinantes, el uso adecuado de los SIG en el estudio de desigualdades contribuye a

facilitar la gestión en salud pública. Así mismo, los SIG permiten focalizar y planificar las intervenciones en las áreas y grupos de alta prioridad, entre otras aplicaciones.

La compilación de estos artículos en el número especial de la Revista Panamericana de Salud Pública constituye un instrumento útil para iniciar el debate de la necesidad de incluir el tema de las desigualdades en salud en la agenda de los tomadores de decisiones del sector salud.

Los artículos completos en versión electrónica se encuentran en la siguiente dirección de Internet: [http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_issuetoc&pid=1020-49892002012&lng=en&nrm=iso](http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1020-49892002012&lng=en&nrm=iso)

## Referencias:

- (1) Kunst AE & Mackenbach JP. Measuring socioeconomic inequalities in health. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 1994. 115 p.
- (2) Kawachi I, Subramanian SV & Almeida-Filho N. A glossary for health inequalities. *J. Epidemiol Community Health.* 2002; 56:647-652.
- (3) Macinko J & Starfield B. Annotated Bibliography on Equity in Health, 1980-2001. *International Journal for Equity in Health.* 2002; 1(1).
- (4) International Society for Equity in Health. The Toronto Declaration on Equity in Health. Conference Statement: 2nd International Conference. Toronto, June 2002.
- (5) Starfield B. Improving equity in health: A research agenda. *International Journal Services.* 2001; 31(3):545-566.

---

# Métodos de medición de las desigualdades de salud (Parte I)

*Maria Cristina Schneider, Carlos Castillo-Salgado, Jorge Bacallao, Enrique Loyola, Oscar J. Mujica, Manuel Vidaurre y Anne Roca.*

La medición de las desigualdades en el campo de la salud es una condición indispensable para el análisis de sus determinantes y para el planteamiento de una teoría, lo cual, a su vez, es una base fundamental para la acción. No obstante, dicha medición es tema de debate. Existen diferentes métodos de medición y niveles de complejidad cuya elección depende del objetivo del estudio. Este artículo tiene como objetivo familiarizar a los profesionales de la salud y a las instancias decisorias con los aspectos metodológicos de la medición y el análisis simple de las desigualdades en el campo de la salud utilizando datos básicos registrados con regularidad (por ejemplo: mortalidad, morbilidad y recursos), agregados por unidades geopolíticas (por ejemplo: país y estado). No obstante, los métodos presentados son aplicables a la medición de las desigualdades de diferentes tipos y a distintos niveles de análisis.

## TIPOS DE INDICADORES

### Consideraciones metodológicas

Se pueden identificar dos áreas de análisis de las desigualdades: la situación de salud y los servicios de salud. Los indicadores para medir la situación de salud utilizan básicamente datos de morbilidad y mortalidad; muchos de los estudios publicados se realizaron utilizando datos secundarios de mortalidad o encuestas. La medición de las desigualdades en el área de los servicios de salud utiliza principalmente datos de encuestas e incorpora conceptos como necesidad, acceso, eficacia, efectividad y otros que necesitan una metodología un poco más compleja. Este artículo se restringe a la medición de las desigualdades en la situación de salud.

Los estudios de medición de las desigualdades pueden clasificarse en función de dos factores: el tiempo y el nivel de anclaje. En relación con el primero, pueden ser transversales o longitudinales, y en relación con el segundo, individuales o ecológicos.

En los estudios transversales todas las observaciones se practican una sola vez en el tiempo; aunque puede haber varias réplicas de cada observación, todas ellas se refieren a un tiempo único. En estos estudios suelen emplearse estadísticas vitales que contienen información sobre el grupo social, la ocupación, la escolaridad y otros atributos individuales, aunque también se pueden utilizar datos secundarios de encuestas realizadas con diferentes fines, como las Encuestas Demográficas de Salud (Demographic Health Surveys), que se llevan a cabo en 13 países de la Región, o realizar encuestas específicas para el estudio de las desigualdades. En los estudios longitudinales, en cambio, las observaciones se practican a lo largo del tiempo, prospectiva o retrospectivamente.

En los estudios individuales, la unidad de observación y análisis es el sujeto (todas las variables se registran como atributos individuales), mientras que en los estudios ecológicos la unidad de análisis es un conglomerado de individuos que se agrupan según criterios geodemográficos, socioeconómicos o de otro tipo. Estos estudios se basan generalmente en datos secundarios agregados por unidades geopolíticas.

Los análisis de datos agregados tienen como principal limitación el riesgo de dar por sentado que los resultados encontrados en las poblaciones (agregados) se aplican o reproducen por igual en los individuos (falacia ecológica).<sup>1</sup> No obstante, su gran ventaja consiste en tener en cuenta factores sociales, geográficos y comunitarios de tipo contextual que no pueden ser analizados en los estudios individuales y que actúan como factores de confusión o modificadores del efecto de otras variables sustitutivas (proxy).

Al trabajar con datos individuales, las variables que se empleen definen un orden, tanto entre los grupos como dentro de los mismos. Así sucede, por ejemplo, con la posición social, la escolaridad y el nivel de ingresos. En el enfoque ecológico, sin embargo, el ordenamiento solo

es posible entre grupos, ya que los atributos que se emplean (PNB, porcentaje de pobreza, porcentaje de alfabetización, necesidades básicas insatisfechas, razón de ingresos, tasa de desempleo y otras) carecen de significado a nivel individual.

Este documento se elaboró pensando en la utilización de los datos secundarios ya existentes en los países, agregados por unidades geopolíticas, como los que suministra la iniciativa "Indicadores básicos", con datos subnacionales ya disponibles en varios países de la Región. El análisis de las desigualdades en el campo de la salud mediante estos datos será de gran utilidad para quienes definen las políticas públicas de salud.

Debido al carácter regional de los análisis que lleva a cabo la OPS/OMS, los ejemplos dados en este documento utilizan información agregada por país, pero los métodos presentados pueden ser utilizados en unidades geopolíticas de menor tamaño (estado, municipio, localidad o barrio), según los objetivos del estudio.

La mayoría de los indicadores de salud tradicionales, como las tasas de mortalidad o morbilidad por enfermedades infrecuentes, tienen errores estándar muy grandes, y son por lo tanto inestables cuando se aplican a poblaciones pequeñas (menos de 100000 habitantes). Las técnicas estadísticas clásicas, tanto descriptivas como inferenciales, no son aplicables en estos casos y es necesario recurrir a la ponderación y al empleo de distribuciones apropiadas para eventos muy poco frecuentes, como la distribución de Poisson.

En los ejemplos de este documento se considera cada unidad geopolítica como una observación. Estas unidades pueden ser, a su vez, agregadas en grupos socioeconómicos, en función del número de unidades estudiadas, del indicador utilizado y del tipo de comparación que se pretende realizar. En general, al agrupar las observaciones se pierde información y suelen aparecer sesgos (entre ellos el sesgo ecológico) cuando se estiman efectos o asociaciones. Agrupar o no las unidades geopolíticas es una decisión del investigador.

Existen distintas opciones para definir los grupos socioeconómicos. Una de ellas<sup>2</sup> consiste en el uso del PNB per cápita para formar conglomerados, de modo que se maximice su homogeneidad interna. Un ejemplo de agregación de unidades geográficas a partir de un indicador socioeconómico puede ser el uso de quintiles, que es una de las formas más sencillas de crear los grupos.

Al analizar desigualdades sociales en el campo de la salud, la elección del indicador socioeconómico es fundamental porque esta variable define los grupos y el ordenamiento dentro de los mismos y entre sí. Una mala elección del indicador o de las categorías creadas puede sesgar el estudio. Obviamente, cuando se utiliza una única variable para definir la condición socioeconómica de las unidades geopolíticas, como ocurre en los ejemplos en este texto, los resultados no pueden extrapolarse al resto de los factores que definen la condición socioeconómica. Las generalizaciones en algunos ejemplos de este artículo no deben tomarse literalmente, ya que solo tienen un propósito didáctico. La elección de un indicador socioeconómico inadecuado o de una definición inapropiada de las categorías de

dicho indicador es una de las dificultades de los estudios agregados.

No todas las desigualdades en el campo de la salud son de origen social, aunque las más frecuentes en la literatura son las que se analizan en este artículo. Las desigualdades sociales en el campo de la salud son las diferencias de salud entre grupos de personas categorizadas a priori según alguna característica importante de su posición socioeconómica.<sup>1</sup>

### **Características de los indicadores**

Existen varias revisiones importantes sobre la metodología de la medición de desigualdades en la situación de salud. En este artículo se han tomado como referencias básicas la de Mackenbach y Kunst<sup>3</sup> y la de Wagstaff et al.<sup>4</sup>

Cada indicador tiene sus ventajas y desventajas y sirve para diferentes propósitos. La elección del indicador debe ser coherente con el marco teórico y los objetivos de la investigación. Un indicador para medir las desigualdades debe presentar las siguientes características: 1) reflejar la dimensión socioeconómica de las desigualdades en el campo de la salud; 2) incorporar la información correspondiente a todos los grupos de la población definidos por el indicador, y 3) ser sensible a los cambios en la distribución y al tamaño de la población a lo largo de la escala socioeconómica.<sup>A</sup>

Independientemente del tipo de indicador utilizado, es muy importante que la información sea de buena calidad y pueda ser válida. Cualquiera de los métodos utilizados debe abarcar un análisis descriptivo de la variación del fenómeno estudiado entre los grupos.

Los indicadores difieren en su complejidad en función de los objetivos del estudio. Mackenbach y Kunst<sup>3</sup> recomiendan que los responsables de tomar decisiones utilicen métodos sencillos, pero que los investigadores verifiquen esos resultados con métodos más complejos.

Las mediciones pueden expresarse como diferencias relativas (p. ej., la razón de las tasas) o absolutas (p. ej., la diferencia de las tasas); ambas son importantes y suelen tener un valor complementario. Las medidas relativas son más estables y más fáciles de entender. En algunos casos las medidas absolutas son más útiles para los responsables de tomar decisiones, especialmente cuando se han formulado metas a alcanzar, porque permiten una mejor apreciación de la magnitud del problema de salud pública. Las mediciones absolutas pueden obtenerse a partir de las relativas, y viceversa.<sup>5</sup>

Otra opción metodológica consiste en el empleo de medidas del efecto o impacto de la situación socioeconómica sobre las condiciones de salud. La diferencia esencial entre ambas opciones es que las medidas de impacto tienen en cuenta el estado real de la situación socioeconómica y miden los cambios esperables en la condición de salud como resultado de posibles intervenciones; por este motivo las medidas de impacto son especialmente importantes para la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas destinadas a lograr la equidad.<sup>B</sup>

Las medidas de efecto se basan en categorías fijas de la variable socioeconómica (p. ej., el nivel de escolaridad

primario frente al universitario). Las medidas de impacto, por su parte, utilizan categorías definidas por un indicador socioeconómico cuantificable en términos poblacionales (p. ej., el quintil de ingresos superior frente al quintil inferior), de modo que si la distribución del indicador varía, también varía la medición de la desigualdad.

Entre las medidas de efecto, la razón de las tasas y la diferencia de las tasas son dos de los indicadores más utilizados. Otro es el índice de efecto basado en la regresión. Uno de los indicadores de impacto total más conocidos en salud es el riesgo atribuible poblacional (RAP), adaptado del área de la epidemiología. Este indicador también puede estimarse mediante una regresión. La regresión se usa también para estimar el índice de desigualdad de la pendiente (IDP) y el índice relativo de desigualdad (IRD). El índice de disimilitud es otro ejemplo de una medida de impacto.<sup>3,4</sup>

En la medición de las desigualdades en el campo de la salud también se utilizan indicadores del área de la economía, como el coeficiente de Gini, con su correspondiente curva de Lorenz, y variantes de ambos, como el índice y la curva de concentración, que combinan indicadores con presentaciones visuales.

A) Braveman P. Challenges in monitoring social inequalities in health: examples from a few continents (draft). Rockefeller Foundation Global Health Equity Initiative, 1999.

B) La relación entre los conceptos de efecto e impacto puede homologarse con la existente entre los conceptos de riesgo relativo y riesgo atribuible, bien conocidos en el campo de la epidemiología.

## REFERENCIAS (Parte I)

- 1) Greenland S, Morgenstern H. Ecological bias, confounding and effect modification. *Int J Epidemiol* 1989;18:269-274.
- 2) Pan American Health Organization. The health situation. En: Annual Report of the Director. Edición de 1996. Washington, DC: PAHO; 1997. (Official Document No. 283).
- 3) Mackenbach JP, Kunst AE. Measuring the magnitude of socioeconomic inequalities in health: an overview of available measures illustrated with two examples from Europe. *Soc Sci Med* 1997;44:757-771.
- 4) Wagstaff A, Paci P, Van Doorslaer E. On the measurement of inequalities in health. *Soc Sci Med* 1991;33:545-557.
- 5) Kunst AE, Mackenbach JP. Measuring socioeconomic inequalities in health. WHO Regional Office for Europe, 1994 (document EUR/ICP/RPD 416). Disponible en: <http://www.who.dk/Document/PAE/Mearsrd416.pdf>. Acceso el 12 noviembre 2002.

Fuente: Publicado originalmente con el título "Métodos de medición de las desigualdades de salud" en *Revista Panamericana de Salud Pública* 12(6), 2002.

---

## Filariasis linfática

### Justificación de la vigilancia

La filariasis linfática sigue siendo una causa importante de morbilidad clínica en gran parte de Asia, África, el Pacífico occidental y ciertos países de las Américas. Es la segunda causa principal de discapacidad permanente a largo plazo. La prevalencia está aumentando en todo el mundo con al menos 120 millones de personas afectadas en diferentes etapas de la enfermedad. Se ha mostrado que tanto la dietilcarbamazina (DEC) como la ivermectina son muy eficaces para reducir la microfilaremia. La filariasis ha sido seleccionada por el Grupo de Estudio Internacional para la Erradicación de Enfermedades como una de seis enfermedades infecciosas que se podrían erradicar. La política de la OMS consiste en mejorar el control y centrar la atención en la eliminación de esta enfermedad en los seres humanos con el uso de combinaciones de medicamentos en grandes poblaciones, complementada con la lucha antivectorial. Por consiguiente la vigilancia es esencial.

### Definición de caso recomendada

#### Definición de caso clínico

Hidrocele, linfedema, elefantiasis o quiluria en un residente de una zona donde la enfermedad es endémica, cuando se hayan descartado otras causas

#### Criterios de laboratorio para el diagnóstico

Resultado positivo para microfilaria o signo de la "danza" de la filaria adulta al ultrasonido en la región genital masculina, antígeno.

#### Clasificación de casos

**Presunto:** No corresponde

**Probable:** Caso que se ciñe a la definición de caso clínico

**Confirmado:** Caso probable que es confirmado en laboratorio

### Tipos recomendados de vigilancia

Hay tres opciones, y la decisión dependerá de la situación local:

- Notificación mensual corriente de los datos agregados sobre los casos probables y confirmados de la periferia al nivel intermedio y al nivel central, o
- encuestas de grupos centinela (estandarizadas y periódicas) o
- detección activa de casos mediante encuestas de determinados grupos o encuestas masivas

Internacional: Notificación anual del nivel central a la OMS (solo un número limitado de países)

### Datos mínimos recomendados

Datos de casos a nivel periférico

Clasificación de casos (probables/confirmados)

Identificador único

Información geográfica (ubicación)

Resultado de laboratorio

Datos agregados que deben notificarse

Número de nuevos casos

Número de casos confirmados en laboratorio

Número de problemas crónicos (hidrocele, linfedema, elefantiasis o quiluria)

### **Análisis y presentación de los datos e informes recomendados**

- Número de casos por zona geográfica y por año
- Incidencia mensual y anual, prevalencia momentánea (si se realiza una detección activa de casos), por origen geográfico, por sexo, por diagnóstico parasitológico

*En zonas donde se inició un programa a base de tratamiento universal:*

- Prevalencia de microfilaremia/antigenemia en comunidades centinela.

### **Principales usos de los datos para la toma de decisiones**

- Calcular la magnitud del problema y definir las poblaciones en riesgo
- Mejorar la orientación de las actividades de control
- Mejorar la atención y el seguimiento de los pacientes con filariasis
- Identificar las dificultades técnicas y operativas

---

## **Cursos de verano en epidemiología, 2005**

### **Escuela de Salud Pública “Bloomberg” de la Universidad de Johns Hopkins – XXIII Instituto de Verano en Epidemiología y Bioestadística**

*Lugar:* Baltimore, Maryland, E.U.A.

*Fechas:* 20 de junio - 8 de julio de 2005

*Los cursos ofrecidos son:*

Cursos de tres semanas:

- Principios de epidemiología
- Epidemiología intermedia
- Razonamiento estadístico en salud pública I y II
- Bases epidemiológicas para el control de la tuberculosis
- Epidemiología de las enfermedades infecciosas

Cursos de dos semanas:

- Análisis de regresión en la investigación de salud pública
- Laboratorio de análisis de regresión

Cursos de una semana:

- Introducción al programa estadístico SAS
- Conducción de investigación epidemiológica
- Biología molecular para la epidemiología genética
- Epidemiología genética en poblaciones
- Análisis de datos de expresión de genes
- Nuevas perspectivas sobre el manejo de estudios epidemiológicos
- Taller sobre análisis de datos I y II
- Epidemiología en las decisiones basadas en evidencia
- Asuntos éticos en la investigación con sujetos humanos en los países en desarrollo
- Epidemiología nutricional
- Aplicaciones epidemiológicas de los SIG
- Farmacoepidemiología
- Análisis de sobrevivencia
- Inferencia causal en datos epidemiológicos
- Métodos epidemiológicos para planificar y evaluar servicios de salud
- Salud pública y derechos humanos: Métodos y enfoques
- Epidemiología del VIH/SIDA
- Aplicaciones del método de casos y controles
- Modelos multinivel

- Diseño y conducción de ensayos clínicos
- Métodos y aplicaciones de los estudios de cohorte
- Epidemiología social
- Control del Tabaco: Enfoques nacionales e internacionales

Cursos de fin de semana:

- Investigación clínica: una introducción al diseño y al análisis

*Para más información contactar a:* Ayesha Khan, Program Coordinator, Graduate Summer Institute of Epidemiology and Biostatistics, Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, 615 N. Wolfe Street, Baltimore, MD, 21205, USA.

*tel:* (410) 955-7158 / *fax:* (410) 955-0898

*email:* akhan@jhsph.edu

*website:* www.jhsph.edu/summerepi

### **Escuela de Salud Pública de la Universidad de Michigan - XL Sesión de verano sobre Epidemiología de Postgrado**

*Lugar:* Ann Arbor, Michigan, EUA

*Fechas:* 10 - 29 de julio de 2005

*Los cursos ofrecidos son:*

Cursos de una y tres semanas:

- Fundamentos de bioestadística y epidemiología
- Enfermedades infecciosas
- Práctica de la salud pública
- Cáncer
- Ensayos clínicos
- Aplicaciones de microcomputadoras
- Medidas epidemiológicas
- Epidemiología ambiental y ocupacional
- Modificación del comportamiento
- Epidemiología social
- Estudios longitudinales
- Análisis de datos de encuestas en SAS y SPSS
- SUDAAN
- Salud mundial
- Genética
- Bioterrorismo
- Farmacoepidemiología

- Epidemiología nutricional y sistemas de información geográfica
- Programas de evaluación
- Envejecimiento
- Políticas de salud
- Epidemiología perinatal y reproductiva
- Investigaciones étnicas.

Cursos especiales de fin de semana:

- Introducción a la genética en epidemiología.

Crédito CME disponible. Necesario dominio del idioma inglés

*Para más información contactar a:* Jody Gray, Graduate Summer Session in Epidemiology, The University of Michigan School of Public Health, 109 Observatory St., Ann Arbor, MI 48109-2029  
*tel:* (734) 764-5454 / *fax:* (734) 764-3192  
*email:* umichgss@umich.edu  
*website:* www.sph.umich.edu/epid/GSS

### **Instituto Nacional de Salud Pública de México - 10º. Programa de Actualización en Salud Pública y Epidemiología**

Lugar: Cuernavaca, Morelos, México  
 Fechas: 1-26 de agosto de 2005

*Los cursos ofrecidos son:*

- Salud Pública
- Epidemiología
- Salud Ambiental
- Sistemas de Salud
- Bioestadística y Enfermedades Infecciosas.

*Para más información contactar a:* Teresa Téllez Allende, Coordinadora Ejecutiva, Programa de Actualización en Salud Pública y Epidemiología, Instituto Nacional de Salud

Pública, Av. Universidad 655, Col. Sta. María Ahuacatitlan, C.P. 62508, Cuernavaca, Morelos, México.

*tels:* (777) 329-30-10 / 329-30-00 ext. 3116, 3117 y 3119, /  
*Fax:* (777) 329-30-80 y 311-11-48  
*email:* verano@insp.mx  
*website:* http://www.insp.mx/verano/

### **Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud de México - XXII Diplomado Internacional en Epidemiología Aplicada**

*Lugar:* Ciudad de México, D.F., México  
*Fechas:* 4 al 29 de julio del 2005

El diplomado incluye diversos cursos y talleres de los siguientes temas:

- Epidemiología
- Bioestadística
- Metodología de la investigación
- Introducción a los diseños de estudios epidemiológicos,
- Estudio de casos y controles
- Estudios transversales
- Estudios de brotes
- Toma de decisiones basada en evidencias
- Gerencia en salud pública.

Se recibirán solicitudes hasta el 17 de junio de 2005.

*Para mayor información, favor dirigirse a:* Dra. Arminda Torrscano Granillo, Coordinadora operativa, Dirección General de Epidemiología, Francisco P. Miranda No. 177, Col. Unidad Lomas de Plateros, Delegación A. Obregón, C.P. 01480, México, D.F., México.

*tel:* 55 93 36 61 / *fax:* 56 51 62 86  
*email:* internacionaldge@dgepi.gob.mx  
*website:* http://www.dgepi.salud.gob.mx

## **Convocatoria 2005 Premio Fred L. Soper a la Excelencia en la Literatura en Salud**

El Premio Fred L. Soper a la Excelencia en la Literatura en Salud 2005, es uno de los cinco galardones otorgados por el Programa de Premios a la Excelencia en Salud Pública Interamericana de la Fundación Panamericana de la Salud y Educación, socia de la Organización Panamericana de la Salud (OPS). El Premio promueve los niveles más altos de investigación, específicamente aquella investigación que tiene un impacto relevante para América Latina y el Caribe.

El ganador o la ganadora es reconocido/a con un diploma de honor, y un premio en efectivo de EUA\$2,500. La fecha límite para recibir nominaciones es el 30 de Junio 2005.

Para mayor información, sírvase visitar: [www.pahef.org](http://www.pahef.org) / [info@pahef.org](mailto:info@pahef.org) - Teléfono (202)974-3416.

**Editor en Jefe:** Dr. Carlos Castillo-Salgado

**Editor Senior:** Dr. Enrique Loyola

**Editora:** Dra. Gabriela Fernández

**Diseño Digital:** Lic. Gerardo Cárdenas

**Comité Editorial:**

Dra. Saskia Estupiñán	Dr. Armando Peruga	Dra. Cristina Schneider
Dr. Luis Galvao	Dr. Hugo Prado	Dra. Gina Tambini
Dra. Elsa Gómez	Dra. Mirta Roses	

El Boletín Epidemiológico de la OPS se publica en forma trimestral en inglés y español. Forma parte de la colección de la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos. Impreso en papel sin ácido.

[www.paho.org/Spanish/DD/AIS/bsindexs.htm](http://www.paho.org/Spanish/DD/AIS/bsindexs.htm)



**ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD**

*Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la*

**ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD**

525 Twenty-Third Street, N.W.

Washington, D.C. 20037