

INSTITUTO DE MEDICINA TROPICAL "PEDRO KOURÍ"

VIGILA: un instrumento para la vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles

Ing. Ramón Martínez,¹ Lic. Andrés Alonso,² Ing. Juan Carlos Díaz,³ Lic. Tamara Comas⁴ e Ing. José Oscar Castañeda³

RESUMEN

Se describe un instrumento para la vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles (VIGILA), basado en la generalización de una modificación del modelo estadístico propuesto por *Serfling* para el pronóstico de los niveles endémicos de las tasas de enfermedades transmisibles en un período de 52 semanas (1 año). La comparación de las tasas observadas con las tasas pronosticadas permite detectar patrones inusuales del indicador. Se propone como señal de alerta, la observación de tasas por encima del límite superior del intervalo de pronóstico durante períodos sucesivos. La implementación de este método en un programa para computadora posibilita su introducción y aplicación en las unidades de vigilancia epidemiológica de los diferentes niveles del sistema de salud.

Descriptores DeCS: VIGILANCIA EPIDEMIOLOGICA; CONTROL DE ENFERMEDADES TRANSMISIBLES/métodos; ENFERMEDADES TRANSMISIBLES/ epidemiología.

La era moderna de la vigilancia de enfermedades fue iniciada en la década del 50 por *Langmuir* y otros, quienes la enfocaron hacia la recolección, análisis y diseminación de los datos sobre enfermedades específicas para aquellos que necesitaran conocerlos.¹ Trabajos recientes sobre el tema han hecho posible llegar a definiciones con mayor nivel de integración de los sistemas de vigilancia, se origina el término de vigilancia en salud pública como "la colección continuada y sistemática, análisis e interpretación de datos, estrechamente integrados con la diseminarlos oportuna de esos datos a los responsables de los programas de prevención y control de enfermedades o daños de la salud del hombre".² Por tanto, los sistemas de vigilancia en salud deben ser capaces de recolectar y analizar los datos, diseminarlos a los programas de salud pública y de forma periódica evaluar la efectividad de los datos diseminados.³

El concepto de vigilancia en salud ha sido incorporado al sistema de salud cubano y materializado en cada uno de los niveles de atención.⁴ Como parte integrante del sistema de vigilancia en salud se encuentra el sistema de vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles, que se apoya para su funcionamiento en la estructura del sistema nacional de salud y que desde 1986 se viene perfeccionando a través del desarrollo del sistema de información para la vigilancia epidemiológica.^{5,6}

El desarrollo e implantación de los sistemas de vigilancia epidemiológica exigen como condiciones necesarias la formación y disponibilidad de recursos humanos calificados para el desarrollo de las actividades de vigilancia, la creación de un sistema de notificación estable de los eventos de salud, que garantice la calidad de los datos, y el poder contar con herramientas que ayuden a

¹ Ingeniero de Sistemas. Investigador Agregado. Jefe del Departamento de Bioestadística y Computación.

² Licenciado en Matemática. Aspirante a Investigador.

³ Ingeniero de Sistemas.

⁴ Licenciada en Cibernética.

ejecutar las tareas eficazmente, formular las recomendaciones y tomar las decisiones adecuadas.

Un sistema de vigilancia epidemiológica debe ser capaz de: 1) detectar oportunamente patrones no usuales de los eventos de salud, 2) cuantificar el impacto de la ocurrencia de esos eventos y 3) evaluar los mecanismos que se usan en el propio sistema de vigilancia. Para el alcance de estos objetivos se propone la aplicación combinada de: 1) usar métodos estadísticos y herramientas que permitan analizar los eventos que se observan de manera sistemática y rutinaria por los especialistas a cargo de la vigilancia, 2) desarrollar investigaciones epidemiológicas, que posibiliten conocer las causas que generan los problemas de salud, salud-enfermedad en los territorios y grupos de población y 3) mantener una estrecha vinculación con las fuentes de información o la comunidad que se vigila.

El propósito de este artículo es presentar una herramienta que permite fortalecer el análisis en la vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles. Su capacidad de detectar oportunamente comportamientos inusuales de los eventos de salud la convierten en un instrumento valioso de alerta con el fin de poner en marcha medidas de investigación o control.

FUNDAMENTOS DE VIGILA

La herramienta que se propone utiliza, como evento de salud, la cantidad de casos nuevos y/o muertes de la población para cada enfermedad, territorio y grupo de edad bajo vigilancia, apoyado en el sistema de notificación. Es indispensable contar con los estimados de población según territorio y grupo etario para cada año, con el propósito de construir índices de morbilidad o mortalidad.

Con fines de vigilancia epidemiológica se utilizan períodos cortos (días, semanas) y poblaciones grandes para medir la incidencia de eventos de salud, y se calcula la tasa de incidencia acumulada (TIA) en lugar de la tasa de incidencia (TI), como $TIA = E/P \cdot c$, donde E es el reporte de nuevos eventos de salud (efecto) durante el período de observación, P es el volumen de población y c es una constante. De esta manera se construyen series semanales de TIA para cada uno de los territorios y grupos de edades que serán utilizadas en el ajuste del modelo de regresión que se describe a continuación.

VIGILA se fundamenta en la generalización de una modificación del modelo estadístico propuesto por *Serfling*^{7,8} para la detección de patrones no usuales de los índices de salud, al ser comparados con su comportamiento normal.

MODELO ESTADÍSTICO

El modelo parte de suponer que la serie cronológica del índice de salud (denotado por Y), sigue una función que combina un término lineal, que describe la tendencia, y términos no lineales de senos y cosenos, que describen la variación estacional.⁸

La función de regresión tiene la expresión:

$$Y = a + bt + \sum_{i=1}^n [c_i \text{sen}_i(\theta(t)) + d_i \text{COS}(\theta_i(t))] + \varepsilon$$

Donde a, b, c, d, son parámetros reales, $\theta_1(t)$ función lineal del tiempo (t), y ε variable aleatoria que se supone distribuida normal con media 0 y varianza σ^2 .

A partir de las observaciones previas del índice de salud (Y_1, t_1)...(Y_n, t_n) se estiman los parámetros mediante el procedimiento de mínimos cuadrados y los intervalos de confianza son hallados mediante la distribución de la t- de Student. De esta manera se encuentra la ecuación que mejor ajusta a los datos. Este procedimiento de ajuste del modelo se realiza para cada una de las series de tiempo con que se trabaje, de manera que se logra generalizar el modelo de regresión para diferentes enfermedades.

La ecuación encontrada permite realizar el pronóstico del indicador que se vigila para una temporada de 1 año (52 semanas), extrapolando los valores de tiempo (t) para la temporada en cuestión. Para detectar cambios estadísticamente significativos del indicador, se crea un límite superior, definido como el valor pronosticado (valor esperado) más 1,64 desviaciones estándares.

Se define como señal de posible epidemia (alerta) cuando 2 observaciones consecutivas del indicador sobrepasan el límite superior. Esta situación constituye una condición necesaria pero no suficiente para la ocurrencia de una epidemia. La definición de una epidemia requiere además, de evidencias de laboratorio y otras de carácter epidemiológico.

Se ha demostrado de forma experimental que el modelo estadístico de *Serfling* ajusta satisfactoriamente a series temporales de morbilidad y mortalidad de enfermedades con características estacionales y períodos de incubación cortos.^{9,10}

METODOLOGÍA PARA EL USO DE VIGILA

VIGILA está caracterizado por 2 etapas o fases, la instalación y la explotación.

La *instalación* es algo más que el mero hecho de realizar las copias de los ficheros de disquetes a disco

duro, es un proceso donde se definen las características del sistema de vigilancia. Se indican las enfermedades que se encuentran bajo control, la periodicidad con que se observan sus indicadores, la región que interesa vigilar, así como sus límites territoriales según criterios de vigilancia, y los grupos de edades en que se divide la población.

La explotación requiere, para su ejecución, que se haya realizado previamente el proceso de instalación. En esta fase es que se introducen y actualizan todos los datos, se definen las salidas, se procesan los datos, se obtienen los reportes, los pronósticos, los mapas y los gráficos para el análisis de la situación epidemiológica. Esta fase es la que se ejecutará de manera rutinaria. Para la ejecución de las funciones del programa se dispone de un conjunto de menús que despliegan sus opciones de arriba hacia abajo, cada opción está asociada con una función determinada y el nombre de cada menú identifica las acciones que se deben realizar.

MANEJO DE LOS DATOS

El registro de los datos es un paso que tiene que haberse garantizado antes de intentar obtener los resultados. Es indispensable contar con notificaciones del evento de salud de al menos los 3 años previos al año en que se realizará el análisis.

Para facilitar la introducción de los datos, VIGILA brinda una caja de diálogo para registrar los casos y otra para registrar las muertes. Ambas están provistas de controles que permitirán definir el año, territorio, grupo de edad y período al que pertenece el dato notificado (fig. 1).

Casos

Territorios:

- Pinar del Río
- Ciudad de La Habana
- Provincia Habana
- Isla de la Juventud
- Matanzas
- Cienfuegos
- Villa Clara

Año: 1996

Valor: 267

Botones: Cerrar, Ayuda

Semanas del Año:

	1	2	3	4	5	6	7
-1	267	340	528	602	573	526	266
1 - 4	489	770	1160	1552	1418	1346	657
5 - 14	426	839	1362	1542	1555	1413	778
15 - 64	597	1328	1965	2361	2665	2167	1172

Botones: Salvar Tabla, Borrar Tabla, Borrar Rango, Refrescar Tabla

Grupo de Edades: Menores de 1 año Semanas: 1 Casos: 267

Fig. 1. Caja de diálogo para introducir y actualizar la notificación de casos. En la figura se hace referencia a los casos del año 1996, del territorio de Pinar del Río.

La frecuencia de introducción de los datos se va a corresponder con la frecuencia de notificación de éstos, definida en la fase de instalación (diaria, semanal, etcétera).

También se brinda una caja de diálogo para introducir los estimados de poblaciones. En este caso, las magnitudes que se van a registrar se distinguen para cada año, territorio y grupo de edad (fig. 2). La frecuencia de introducción del dato en este caso puede ser anual.

Distribución Poblacional (GLOBAL)

Año: 1996 Valor: 11378

Botones: Cerrar, Ayuda

Población:

	PR	CH	PH	MJ
-1	11378	28813	9800	1379
1 - 4	46121	119334	40246	5598
5 - 14	109766	292380	97630	12565
15 - 64	505133	1536937	461802	55092

Botones: Salvar Tabla, Borrar Tabla, Borrar Rango, Refrescar Tabla

Grupo de Edades: Menores de 1 año Territorio: Pinar del Río Población: 11378

Fig. 2. Caja de diálogo para introducir y mantener actualizados los estimados de población.

Siempre que se requiera trabajar con indicadores relativos durante el futuro proceso de análisis, se hace indispensable contar con los estimados de población de aquellos años, territorios y grupos etarios para los que se disponga de las notificaciones, bien sean casos o muertes.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Una vez lista la información, pueden emitirse las diferentes modalidades de salida de VIGILA para el correspondiente análisis de los resultados, las cuales pueden ser ordenadas según lo considere el usuario.

El análisis de la situación epidemiológica de una enfermedad bajo vigilancia utilizando VIGILA puede realizarse en los sentidos: construcción de canales endémicos y distribución espacial de indicadores.

La construcción de canales endémicos consiste en determinar para el año, territorio y grupo etario bajo análisis el pronóstico del indicador (valor esperado y límite superior) y plotear sobre ese pronóstico los valores observados de ese indicador durante el año. En este caso se podrá determinar la tendencia del indicador con respecto al pronóstico. Se espera que los valores observados se mantengan oscilando alrededor del valor esperado y por debajo del límite superior. Si existen valores observados

que sobrepasan consecutivamente al límite superior, significa que se está produciendo en ese territorio y ese grupo de población un fenómeno fuera de lo normal, y se debe interpretar este suceso como que se ha producido una señal de *alerta* que requiere que el problema sea estudiado *in situ* y a profundidad, pues podría ser el comienzo de una epidemia. En esta modalidad de análisis se requiere realizar el proceso para cada territorio bajo vigilancia y para cada grupo de población (figs. 3a y 3b).

En la figura 3a puede observarse que de la semana 4 a la 9 el valor real sobrepasa el umbral epidémico o límite superior, y da muestras de alerta en ese territorio y grupo etario. Sin embargo, la forma tabular de presentar la señal

de alerta no es del todo ilustrativa, por lo que la herramienta brinda la posibilidad de mostrar el resultado gráficamente, como puede apreciarse en la figura 3b. La alternativa gráfica permite identificar con un golpe de vista, la ocurrencia de la señal de alerta durante las primeras semanas de la temporada. Otro elemento interesante que aporta el gráfico es la tendencia del indicador durante la temporada completa. Puede observarse, en esta situación particular, una tendencia estable y estacional, se espera que de la semana 20 a la 29 se produzcan niveles bajos en el indicador y que de la semana 32 a la 45 se produzcan niveles altos.

Fig. 3a. Presentación tabular del pronóstico endémico de la tasa de casos por infecciones respiratorias agudas para el año 1996, en la provincia de Villa Clara, en el grupo etario de menores de 1 año.

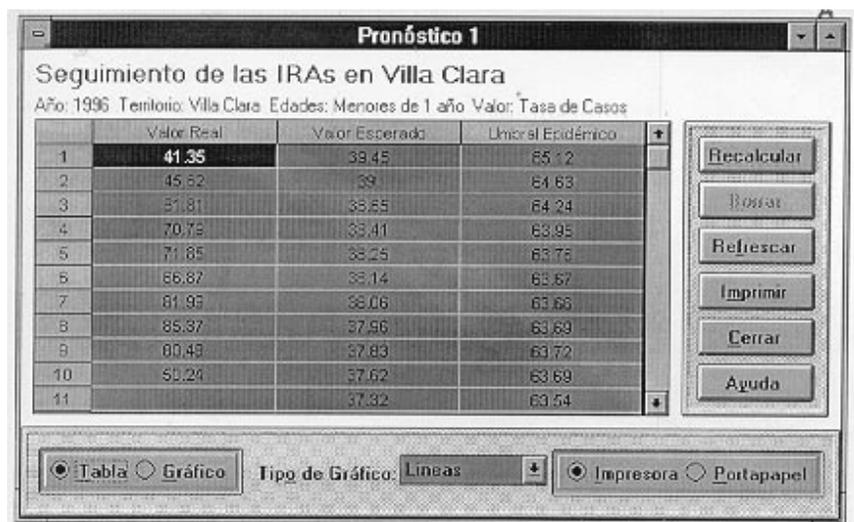
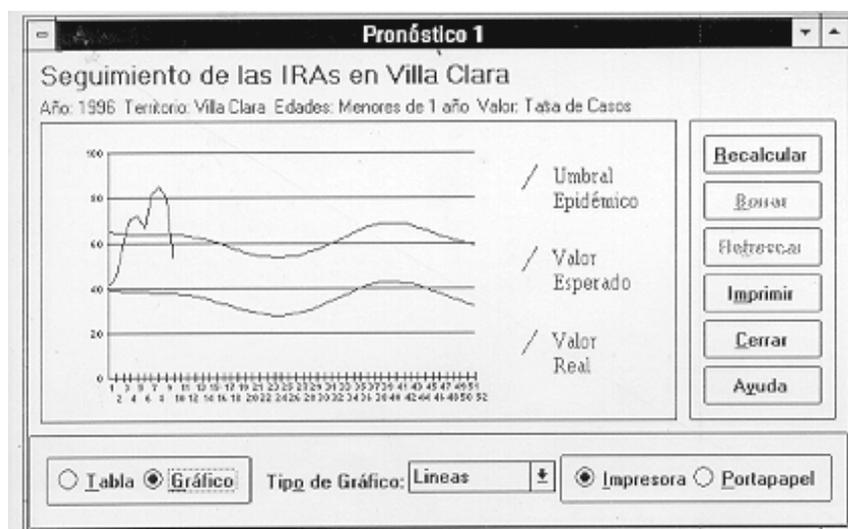


Fig. 3b. Representación gráfica del pronóstico de la tasa de casos por infecciones respiratorias agudas para el año 1996, en la provincia de Villa Clara, en el grupo etario de menores de 1 año.



La *distribución espacial de indicadores*, consiste en representar en diferentes clases el valor observado del indicador respecto al valor pronosticado para cada uno de los territorios bajo vigilancia para un grupo de población determinado, se utiliza para ello un mapa del país o región con sus límites territoriales. En este caso se realiza el cálculo automático del pronóstico para cada uno de los territorios y se rellena con color cada límite territorial en dependencia del rango en que se encuentre el valor observado en relación con el pronóstico. El resultado es un mapa temático de rangos. Se han definido 4 clases para identificar los 4 rangos posibles, que son: *alarma*, cuando el valor observado sobrepasa el límite superior pronosticado; *alerta*, cuando el valor observado se encuentra entre el límite superior pronosticado y el valor esperado; *normal*, cuando el valor observado se encuentra entre el valor esperado y el límite inferior pronosticado, *baja*, cuando el valor observado se encuentra por

debajo del límite pronosticado. En esta modalidad de análisis pueden identificarse con mayor facilidad los territorios que presentan señales de alerta epidemiológica, lo que sugeriría centrar la atención en esos territorios y grupos de población; además, es posible encontrar patrones de tendencia o distribución geográfica de eventos de salud al producir mapas para diferentes instantes de tiempo (figs. 4a, 4b y 4c).

En la figura 4a se identifica para la semana 7 de la temporada 1996 una situación normal del indicador en la mayoría de las provincias, sólo la provincia de Villa Clara muestra una señal de alarma y la provincia de Ciego de Ávila una señal de alerta, lo que indica que debe profundizarse en los aspectos epidemiológicos de la enfermedad bajo observación en esos territorios, en el grupo etario de menores de 1 año.

El análisis de la tendencia de la distribución espacial del indicador puede resultar también interesante. Con sólo



Fig. 4a. Muestra la distribución geográfica de la tasa de incidencia por infecciones respiratorias agudas, para la semana 7 de la temporada 1996 y el grupo etario de menores de 1 año.



Fig. 4b. Muestra la distribución geográfica de la tasa de incidencia por infecciones respiratorias agudas, para la semana 8 de la temporada 1996 y el grupo etario de menores de 1 año.

Fig. 4c. Muestra la distribución geográfica de la tasa de incidencia por infecciones respiratorias agudas, para la semana 9 de la temporada 1996 y el grupo etario de menores de 1 año.

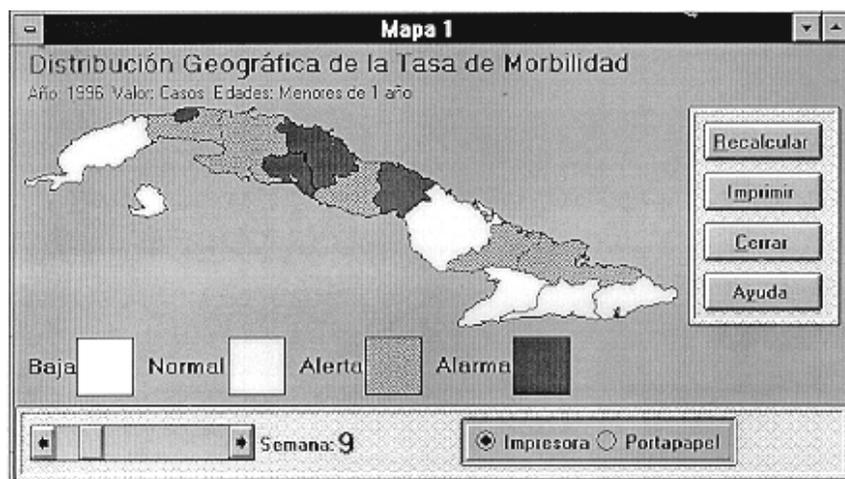
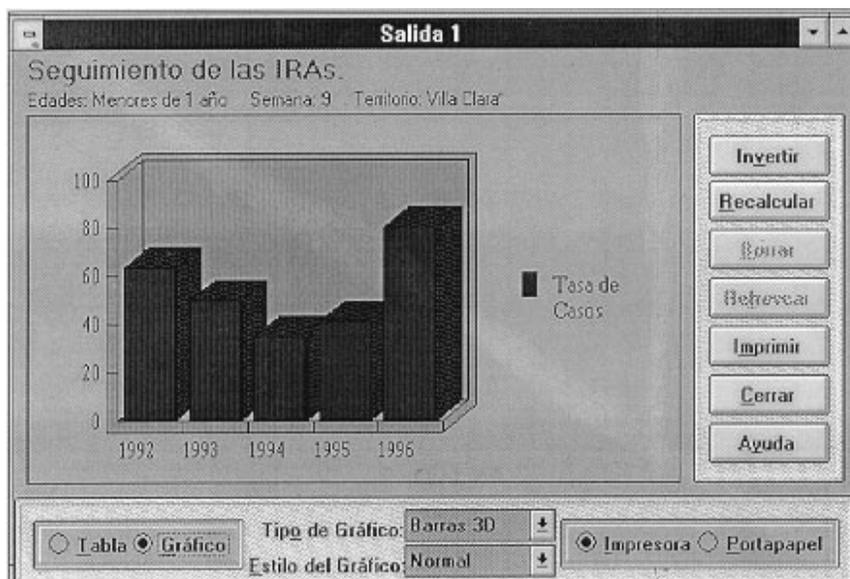


Fig. 5. Representación gráfica de la tasa de incidencia por infecciones respiratorias agudas en la provincia de Villa Clara, grupo etario de menores de 1 año, durante la semana 9 de los años 1992 a 1996.



cambiar la semana mediante el control que aparece en la esquina inferior izquierda de la ventana del mapa, se pueden generar mapas en el tiempo. Al avanzar a la semana 8 se crea un nuevo mapa que muestra la distribución espacial del indicador para el período siguiente al mostrado anteriormente (fig. 4b).

En el nuevo mapa se observa una situación no usual que está ocurriendo en las provincias centrales del país. La provincia de Villa Clara continúa con una situación de alarma, la provincia de Ciego de Ávila ha pasado a igual situación y las provincias de Cienfuegos y Ciudad de La Habana han pasado a la situación de alerta. Todo esto sugiere que se ha generado un problema en las provincias de Villa Clara y Ciego de Ávila, que se incrementa su

magnitud con el tiempo y que se está propagando hacia provincias vecinas. El incremento de la magnitud del problema sugiere no perder de vista la situación del indicador en la próxima semana, que se muestra en la figura 4c; el mapa de esta figura evidencia lo descrito anteriormente. Se incrementa la magnitud del problema y se propaga a nuevos territorios, con la impresión de propagación en forma de onda desde el centro del país hacia los extremos.

Como opción adicional que contribuye con el proceso de análisis, se brinda la posibilidad de crear reportes en forma tabular y gráficos de varios tipos, a partir del procesamiento de la información disponible en la base de datos. Los reportes y gráficos pueden ser construidos según lo desee el usuario, con la combinación de las va-

riables años, territorios, grupos etarios, período de observación y el valor del indicador epidemiológico.

En la figura 5 se presenta un gráfico de barras que presenta el comportamiento de la tasa de incidencia por IRA en la provincia de Villa Clara, en el grupo etario de menores de 1 año, durante la semana 9 de los 5 años comprendidos entre 1992 y 1996. Se observa una tendencia decreciente del indicador de 1992 a 1994 y una tendencia creciente de 1994 a 1996. La magnitud del indicador en 1996 es el mayor de esos años. El gráfico confirma la situación que está ocurriendo en la provincia.

BENEFICIOS QUE OBTIENE LA VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA CON VIGILA

Se ha descrito que la vigilancia epidemiológica trabaja con grandes cantidades de información para lograr sus objetivos y que requiere técnicas, métodos y herramientas que permitan realizar un análisis cuantitativo de las situaciones de salud en la comunidad.

VIGILA, como herramienta para la vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles permite el registro y mantenimiento de los datos necesarios de manera sencilla; la aplicación de un modelo estadístico de regresión que permite pronosticar el indicador de salud para detectar con una alta sensibilidad y de manera precisa la posible aparición de situaciones epidémicas, convirtiéndose en un instrumento para la alerta y la acción; comparar los eventos de salud entre los territorios de la región que se vigila, con la incorporación de técnicas de análisis geográfico; elaborar reportes y gráficos que ayudan a interpretar los datos; observar varias enfermedades de manera simultánea y transferir reportes, gráficos, mapas y pronósticos resultantes del trabajo hacia otras aplicaciones del entorno operativo MS Windows 3.1, tal es el caso de editores de textos como MS Word, WordPerfect, etcétera, con el propósito de que sean incluidos en los Boletines Epidemiológicos, tan útiles en la retroalimentación a las unidades bases que generan la información primaria en la vigilancia epidemiológica.

VIGILA contribuye a que la unidad de vigilancia epidemiológica ejecute sus actividades y alcance sus metas con mayor eficiencia y productividad.

La aplicación sistemática de VIGILA permite detectar de manera oportuna la aparición de epidemias, lo que ayuda significativamente a que sean puestas en alerta las fuerzas para la confirmación epidémica y la toma de medidas de control que hagan menor el impacto que traen en el orden social y humano las conocidas epidemias; aplicar de forma racional los recursos que se disponen para

el control, ahorrar los recursos financieros y lo que es más importante preservar la salud y evitar en algunos casos hasta la muerte.

Se ha considerado como novedoso en VIGILA el hecho de generalizar la aplicación de una modificación del modelo estadístico descrito por *Serfling* al incluir procedimientos que de manera automatizada encuentra la ecuación de regresión que mejor ajusta a la serie cronológica con que se trabaja, lo que permite aplicar esta metodología a un grupo de enfermedades transmisibles; brindar una herramienta amigable, lista para ser usada por los usuarios finales, que en este caso son los analistas de vigilancia epidemiológica, y que hace posible que este método sea utilizado sistemáticamente por las unidades de vigilancia epidemiológica.

VIGILA constituye una herramienta para la vigilancia epidemiológica de enfermedades transmisibles. Viene a enriquecer el arsenal de instrumentos y medios para la detección, prevención y el control de eventos no usuales de salud. Su aplicación ha demostrado su valor como instrumento de alerta.

Se recomienda la aplicación de este método por las unidades de vigilancia epidemiológica de los diferentes niveles de atención, en el estudio, vigilancia y control de las enfermedades transmisibles.

VIGILA es un programa para computadora que ha sido diseñado para su ejecución en el entorno operativo Microsoft Windows 3.1, con una interfase de usuario gráfica y amistosa que facilita su aprendizaje y explotación.

Ha sido documentado con un *Manual de usuario* y un sistema de ayuda que le permita al analista en vigilancia epidemiológica conocer sobre el funcionamiento de cualquier componente del sistema sin necesidad de abandonar el trabajo ni remitirse al manual. Este sistema de ayuda cuenta con la tecnología hipertexto, que permite navegar por la documentación de manera fácil y encontrar los tópicos de interés rápidamente.

SUMMARY

It is described an instrument for the epidemiological surveillance of communicable diseases (VIGILA) that is based on the generalization of a modification of the statistical model proposed by *Serfling* for the prognosis of the endemic levels of the rates of communicable diseases in a period of 52 weeks (1 year). The comparison made between the observed rates and the prognosticated rates allows to detect unusual patterns of this indicator. The observation of rates over the higher limit of the prognosis interval during successive periods is suggested as a signal of alert. The introduction of this method in a computer program allows its application in the epidemiological surveillance units at the different levels of the health system.

Subject headings: EPIDEMIOLOGIC SURVEILLANCE; COMMUNICABLE DISEASE CONTROL/methods; COMMUNICABLE DISEASES/epidemiology.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Langmuir AD. The surveillance of communicable diseases of national importance. *N Engl J Med* 1963;288:182-92.
2. Thacker SB, Berkeiman RL. Public health surveillance in the United States. *Epidemiol Rev* 1988;10:164-90.
3. Thacker SB, Berkelman RL, Stroup DF. The science of public health surveillance. *J Public Health Policy* 1989;10:187-203.
4. Cuba. Ministerio de Salud Pública. Sistema de Vigilancia en Salud. Unidad de Análisis y Tendencias en Salud. La Habana: Ministerio de Salud Pública 1995.
5. Aguirre A, González E, Burgasov YI. El sistema automatizado de vigilancia epidemiológica SAVE. *Rev Cubana Med Trop* 1988;40:11-23.
6. Martínez R, Aguirre A, Mesa AM, Mesa OL, Gallegos Z. A data processing system for epidemiological surveillance of communicable diseases. En: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE, Reinhoff O, eds. *Proceeding of the Seventh World Congress on Medical Informatics, MEDINFO'92*, Volumen 7, 1992 Sept 6-10, Geneva, Switzerland. North Holland: Elsevier Science Publishers B.V., 1992:343.
7. Serfling ER. Methods for current statistical analysis of excess of pneumonia and influenza deaths. *Public Health Rep* 1963;78:494-506.
8. Choi K, Thacker SB. Times series forecast on expected pneumonia and influenza deaths. *Am J Epidemiol* 1981;113(3):215-35.
9. Aguirre A, Izquierdo L, González E, Martínez R. Evaluación del riesgo por IRA con ayuda de una computadora personal. *Rev Cubana Med Trop* 1992;44(1):37-43.
10. Aguirre A, González E. Forecast of acute respiratory infections: expected non-epidemic morbidity in Cuba. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1992;87(3):433-6.

Recibido: 28 de marzo de 1998. Aprobado: 12 de abril de 1998.
 Ing. *Ramón Martínez*. Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí". Apartado 601, Marianao 13, Ciudad de La Habana, Cuba.
 E.mail:ramon@ipk.sld.cu