

5

**EVALUACION EPIDEMIOLOGICA
DE RIESGOS CAUSADOS POR
AGENTES QUIMICOS
AMBIENTALES**

EPIDEMIOLOGIA II

SECUENCIA DEL QUEHACER EPIDEMIOLOGICO

Jesús Reynaga O.

1985



**CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD
ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD**

EVALUACION EPIDEMIOLOGICA DE RIESGOS CAUSADOS POR AGENTES QUIMICOS AMBIENTALES

EPIDEMIOLOGIA II

SECUENCIA DEL QUEHACER EPIDEMIOLOGICO

Jesús Reynaga O.

1985



**CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD
ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD**

EPIDEMIOLOGIA II
CONTENIDO

- Identificación de un problema	1
- Recolección de datos	5
- Procesamiento de datos	6
- Ejercicio 1	12
- Ejercicio 2	15
- Identificación e interpretación de patrones de ocurrencia	16
- Ejercicio 3	18
- Formulación de hipótesis	25
- Comprobación de hipótesis	25
- Elaboración de conclusiones	28
- Aplicación de medidas de control	29
- Ejercicio 4	31
- Ejercicio 5	32
- Apéndice estadístico: razones, proporciones y tasas	33

En el capítulo anterior se señalaron las principales características del enfoque epidemiológico para el estudio y la solución de los problemas de salud derivados de la contaminación ambiental. Conviene ahora señalar las características de las diversas etapas del quehacer epidemiológico ya insinuadas previamente.

1 IDENTIFICACION DE UN PROBLEMA

Son muy diversificadas las vías o mecanismos por los cuales se pueden identificar problemas de salud probablemente asociados a situaciones de contaminación ambiental por compuestos o elementos químicos. La información puede provenir de sistemas previamente establecidos para estos fines, entre los cuales el sistema de vigilancia epidemiológica es un excelente ejemplo, o bien, surgir espontáneamente a partir de diversos orígenes.

El grado de desarrollo de la infraestructura y de la cobertura de diversos servicios e instituciones de una comunidad determinada, incidirá en las posibilidades de detectar oportunamente algún problema sobre la materia, ya sea por parte de un epidemiólogo o de algún equipo técnico interesado. Paralelamente, la capacidad de detección de los interesados estará directamente correlacionada con el grado de información y de acceso que ellos tengan a las fuentes de este tipo de materias.

En esencia, esta etapa consiste en reconocer y definir, con método y disciplina, una situación problema, de manera que estimule a la reflexión y oriente en sus posibles causas y su solución. Se requiere una definición clara y precisa de las características del problema que sirva como fundamento, justificación y marco de referencia para las etapas posteriores.

Como ya se ha dejado explícito en esta etapa tiene una especial importancia el disponer de fuentes de información que faciliten la identificación de los problemas. A continuación se detallarán los principales aspectos de las fuentes de información que tienen relevancia para la identificación de problemas de salud generados por contaminantes químicos del ambiente:

1.1 Datos demográficos y socioeconómicos de las poblaciones expuestas al riesgo: en el primer capítulo de esta sección de epidemiología se señaló la importancia de conocer a la población expuesta al riesgo, ya que esta información permite identificar patrones de ocurrencia a través de su elaboración y análisis mediante diferentes procedimientos estadísticos. Entre los principales datos demográficos y afines interesan la distribución de la población por edades, sexo, nivel educacional, ocupación, estilos de vida, sector geográfico, tipo de vivienda, etc. así como nacimientos y movimientos de poblaciones.

1.2 Datos de mortalidad: una información potencialmente valiosa es la que se encuentra anotada en los registros de mortalidad. Desafortunadamente si las defunciones no son certificadas en su totalidad o la certificación es defectuosa, dicha información reduce su utilidad. Aunque pudiera resultar atractivo el empleo de los informes de fallecimientos ocurridos en el medio hospitalario, habrá que tener precaución en el uso de tales datos con propósitos de hacer generalizaciones, ya que este tipo de establecimiento puede concentrar artificialmente a tipos muy específicos de enfermos e inclusive realizar estudios de autopsia para causas muy específicas de defunción hospitalaria, lo cual podría sesgar en mayor o

menor medida las conclusiones acerca de la magnitud y distribución de la afección en estudio. De cualquier forma y teniendo presente las limitaciones enunciadas, las causas de defunción ocurridas en el medio hospitalario y los hallazgos de autopsia en dicho tipo de instalaciones médicas constituyen uno de los componentes importantes para identificar los problemas que interesan.

1.3 Resultados de estudios de laboratorio: tanto los hallazgos rutinarios derivados de diversos análisis de laboratorio clínico como los buscados propositivamente, suelen constituir buenos indicadores para el inicio de pesquisas sobre individuos potencial o seguramente afectados por la exposición a sustancias contaminantes o sobre la existencia de niveles peligrosos de agentes dañinos para la salud; tal es el caso de las sustancias que al encontrarse elevadas en sangre, suero, orina y otro producto biológico, indican afecciones derivadas de intoxicaciones agudas o crónicas. La detección de anomalías bioquímicas en estos exámenes es con frecuencia un precoz indicador de intoxicación crónica por algunos elementos o compuestos.

1.4 Resultados del monitoreo ambiental: existen diversos laboratorios dedicados a identificar y medir, regular y continuamente, sustancias seleccionadas, ya sea en aire, aguas, suelos, alimentos u otros medios o vehículos. Estos laboratorios pueden estar ubicados dentro del mismo sector salud así como en otras entidades u organismos que tienen intereses o responsabilidades en otros ámbitos (agrícola, industrial, marino, bromatológico, meteorológico, etc.).

1.5 Información proveniente del medio industrial, comercial y económico: la noticia de próximas instalaciones fabriles, de creación de zonas o parques industriales, del inicio de la elaboración o de la importación de nuevas sustancias, el incremento de los volúmenes de producción de diversos productos químicos, el aumento en el consumo de drogas, etc., constituye una advertencia para iniciar la detección precoz de la presencia de agentes contaminantes de las poblaciones aledañas, así como de la aparición de afecciones específicas en ellas.

1.6 Información sobre aspectos del saneamiento ambiental relacionado con sustancias tóxicas o potencialmente tóxicas: en los servicios sanitarios es posible obtener valiosa información respecto del diagnóstico local, de planes y programas en desarrollo, de identificación de problemas prioritarios o prevalentes, etc., que tengan que ver con las emisiones, descargas, disposición final y tratamiento de residuos industriales químicos, gaseosos, líquidos y sólidos. Las relaciones que puedan tener estos residuos con los abastos de agua potable, con aguas para riego agrícola, con aguas para uso recreacional, con sectores habitacionales densamente poblados, con algunos alimentos de interés, etc., pueden representar aportes de importancia.

1.7 La comunidad: los líderes naturales o formales de las comunidades suelen constituirse en valiosa ayuda para la detección de un exceso de casos de patología suficientemente conocida que con certeza se derive de la exposición a agentes ambientales. Asimismo, la comunidad suele ser un detector oportuno al representar, notificar o quejarse de situaciones molestas derivadas de la pre-

sencia de sustancias contaminantes en el ambiente.

2 RECOLECCION DE DATOS

El objetivo de los estudios epidemiológicos en esta área es relacionar de un modo estadísticamente significativo los contaminantes ambientales con las enfermedades de la población, de modo de demostrar asociaciones causales. Para ello es necesario recolectar datos tanto del agente ambiental así como los relativos a los efectos, de modo de poder lograr una caracterización tanto del agente como de los efectos. Los datos se referirán en consecuencia a los dos siguientes aspectos:

2.1 Tipificación del agente sospechoso

Tipo, volúmen, velocidad de producción y difusión, capacidad de transformación, características físico-químicas, características de la producción y la distribución y otros aspectos más sobre las sustancias potencial o seguramente tóxicas de las que se sospeche o se sepa que se encuentran en la población en donde se haya identificado un problema de salud de origen químico ambiental. El material presentado en Toxicología entrega abundantes antecedentes sobre estos aspectos y parámetros.

2.2 Tipificación de los casos y/o los efectos:

Otro tipo de datos con los que deberá contar el epidemiólogo se refieren principalmente a la mortalidad y a la morbilidad causadas por la contaminación.

Los registros de mortalidad, específicamente los derivados de certificados de defunción, los registros de morbilidad, particularmente los originados en informes de consulta externa o de egresos hospitalarios y las encuestas

de morbilidad, permiten evaluar de manera indirecta varios patrones de ocurrencia referentes a los individuos que han fallecido o enfermado por la exposición a contaminantes.

Los datos que se obtienen a partir de esta información pueden indicar la magnitud y el tipo de riesgo a que está expuesta una población, así como las características comunes de las personas que pueden haberlas hecho más susceptibles de enfermar y morir por la exposición a uno o varios contaminantes.

Desde luego, habrá que tener cierta precaución al evaluar los datos provenientes de los registros de morbilidad y de mortalidad, pues existen numerosos factores que los afectan y que pueden provocar sesgos en su interpretación. Algunos defectos de los que adolecen estos registros se originan en los errores en la certificación, transcripción e impresión de los datos.

3 PROCESAMIENTO DE DATOS (TABULACION, ELABORACION DE MAPAS Y GRAFICAS, PRESENTACION DE DATOS, ETC.)

Una vez en disposición de los datos señalados, el epidemiólogo debe procesarlos de tal manera que disponga de medidas de resumen que le permitan, como siguiente paso de su trabajo, identificar patrones de ocurrencia.

El estudio epidemiológico de cualquier enfermedad requiere primariamente el conocimiento de la frecuencia de cualesquiera de sus manifestaciones (enfermos, muertos, inválidos, secuelas, etc.).

Estas frecuencias pueden expresarse mediante algunas

medidas de resumen o indicadores de frecuencias relativas, tales como razones, proporciones y tasas, que son los más usados en medicina y salud pública. Las tasas constituyen el mejor instrumento de comparación epidemiológica.

Considerando que de ahora en adelante será menester manejar frecuentemente el concepto de tasa, que el lector deberá calcular e interpretar con agilidad varias de ellas y que la base de esta etapa del quehacer epidemiológico está constituida por datos elaborados en forma de tasas, a continuación se presenta una breve revisión de dicho concepto*.

Una tasa de mortalidad o una tasa de morbilidad es una expresión numérica de un riesgo al que estuvo sometida una población. Los datos que integran una tasa ocurrieron en un período anterior al actual y en cierto modo permiten anticipar, con un determinado valor numérico, la probabilidad de que exista ese riesgo para la población en períodos inmediatos, particularmente si las condiciones de dicha población se mantienen estables y si los factores condicionantes del riesgo también se conservan estables.

3.1 Tasa de mortalidad

Técnicamente, una tasa de mortalidad es una comparación por cociente; es decir, una división entre el número de fallecimientos ocurridos en un lugar durante un período dado y la población de ese mismo lugar y el mismo período. La fórmula de una tasa de mortalidad es como sigue:

*Ver además en apéndice de este capítulo una presentación relativa a razones, proporciones y tasas.

$$\text{TASA DE MORTALIDAD} = \frac{\text{Número de fallecimientos en un lugar y período determinado}}{\text{Población del mismo lugar a la mitad del período determinado}} \times \text{Algún múltiplo de diez}$$

Como se puede apreciar, en el numerador del cociente se anota el número de individuos que ya fallecieron y en el denominador se anota la cantidad de personas del lugar en dicho período. Se acostumbra anotar en el denominador a la población que se estima que existía a la mitad del período, porque se sabe que en general los individuos que nacen o fallecen en la primera mitad del período se compensan con los que nacen y fallecen en la segunda mitad del mismo período y porque los censos de población suelen hacerse, por la misma razón, a la mitad de cada período.

Puede observarse además que el resultado de la división es multiplicado por algún múltiplo del número diez. La razón de ello es que, generalmente el resultado de la división es una fracción carente de significado, la cual se hace comprensible al ser multiplicada por 10, 100, 1 000, 10 000 ó 100 000 *.

Veamos un ejemplo:

En una población A fallecieron 4 540 personas el año 1982. Esa población tenía a la mitad del mismo año 700 000 habitantes. Se tiene entonces que, substituyendo en la fórmula:

*Como convención internacional se acostumbra lo siguiente: tasa de mortalidad general: por 1 000. Tasa de mortalidad específica por 10 000 ó 100 000.

$$\text{Tasa de mortalidad general de la población A} = \frac{4\ 540}{700\ 000} \times 1\ 000 = 6,5 \text{ por cada mil}$$

El resultado 6,5 por cada mil, significa que en la población A durante 1982, los habitantes estuvieron expuestos a un riesgo para su salud tal que tuvieron una posibilidad de que 6,5 murieran por cada 1 000 de ellos. Si las condiciones de la población A, su número de habitantes y las características del riesgo mismo se mantienen similares durante el siguiente año, podría decirse que la probabilidad de fallecer en dicha población durante 1983 será cercana a 6,5 en mil.

La capacidad de expresión de una tasa cobra mayor sentido cuando se compara con otras tasas provenientes de otras poblaciones.

Por ejemplo: si una cierta población B hubiera tenido en 1982 una tasa de mortalidad general de 9,8 por cada mil, sería evidente que los habitantes de esta última población estuvieron expuestos a mayores riesgos para su vida y que su probabilidad de fallecer fue más alta que en el caso de los habitantes de la población A.

3.2 Tasas de morbilidad: incidencia, prevalencia y letalidad

Durante el presente paso de elaboración de datos, el epidemiólogo deberá calcular e interpretar tasas referentes a la morbilidad causada probable o seguramente por la exposición a contaminantes.

La morbilidad puede ser medida en términos de personas enfermas o de episodios de enfermedad. Genéricamente, el término morbilidad se refiere a enfermedad; pero desde el punto de vista epidemiológico a la enfermedad debe estudiársele al menos tres aspectos básicos: la incidencia, la prevalencia y la letalidad.

- a) La incidencia de una enfermedad en una población se refiere al número de casos nuevos que se presentan en un período dado.

Su cálculo traduce la velocidad o frecuencia con que un problema está afectando a una población y permite anticipar las necesidades de atención diagnóstica inicial y de detección, los que de ninguna manera son equivalentes en padecimientos con baja incidencia (mesotelioma pleural) en comparación con los de alta incidencia (carcinoma bronquial).

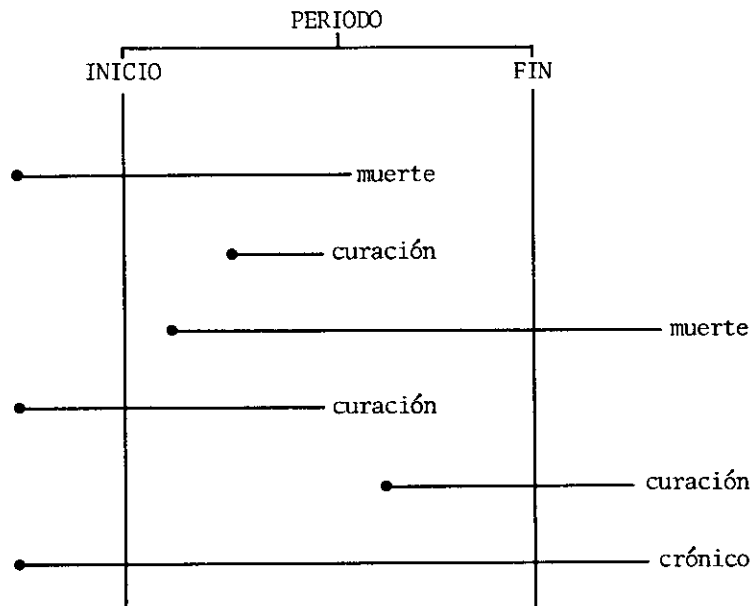
- b) La prevalencia de una enfermedad se refiere al número de casos existentes, tanto nuevos como anteriores, en un período dado, en relación con la población en que están ocurriendo.

Algunas enfermedades tienen una alta prevalencia, es decir, se mantienen altas existencias de enfermos con esas enfermedades (intoxicación crónica por plomo) y otros tienen baja prevalencia (intoxicación aguda por plaguicidas).

- c) La letalidad se refiere a la gravedad de la enfermedad.

Compara el número de fallecimientos por una enfermedad en relación con los enfermos de ese mismo padecimiento en un lugar y período dados.

La siguiente ilustración sirve para explicar los conceptos de incidencia, prevalencia y letalidad. Simultáneamente sirve para explicar el cálculo de las respectivas tasas de incidencia, prevalencia y letalidad, de manera análoga a como se hizo con las tasas de mortalidad.



En el esquema se puede apreciar que en el período en observación hubo, para cierta enfermedad, en una población dada:

- 1 defunción
- 3 casos nuevos
- 6 casos existentes (nuevos o anteriores)

Supóngase que estas defunciones y casos se presentaron

en una población de 950 habitantes. Se tiene entonces que se puede calcular e interpretar las siguientes tasas referentes a la mortalidad y a la morbilidad del padecimiento en estudio en la población mencionada:

$$\text{Tasa de mortalidad por la enfermedad} = \frac{1}{950} \times 10\,000 = 10 \text{ por cada } 10\,000 \text{ hab.}$$

$$\text{Tasa de incidencia de la enfermedad} = \frac{3}{950} \times 10\,000 = 32 \text{ nuevos casos por cada } 10\,000 \text{ hab.}$$

$$\text{Tasa de prevalencia de la enfermedad} = \frac{6}{950} \times 10\,000 = 63 \text{ casos existentes por cada } 10\,000 \text{ hab.}$$

$$\text{Tasa de letalidad de la enfermedad} = \frac{1}{6} \times 100 = 17\% \text{ de los enfermos fallece.}$$

Aunque estas herramientas de descripción pudieran parecer rudimentarias, en la siguiente etapa del trabajo epidemiológico se advertirá su inapreciable valor para la identificación de patrones de ocurrencia y para la cuantificación de los problemas de salud.

Ejercicio 1

1 Luego de revisar los siguientes datos correspondientes a una población, realice los cálculos e interpretaciones que se

le indican en la página siguiente:

Población total estimada a la mitad del año 1981:	959 695 habitantes
Defunciones por todos los tipos de cáncer en 1981:	974 muertes
Defunciones por cáncer de tráquea, bronquios y pulmón ocurridas en 1981:	233 muertes
Casos nuevos de cáncer de todos los tipos registrados en 1981:	256 casos
Total de casos de cáncer de tráquea, bronquios y pulmón que se mantuvieron en registro en 1981:	347 casos

2 De acuerdo al siguiente formato calcule e interprete en los casos en que sea posible, las tasas que se le piden. Calcule las tasas por cada 10.000. Anote en la columna "Fórmula en Palabras" todas las postulaciones. En columnas "Fórmula en Cifras" y "Resultado" deje en blanco el espacio cuando no disponga de las cifras.

TIPO DE TASA	FORMULA EN PALABRAS	FORMULA EN CIFRAS	RESULTADO
1 Tasa de mortalidad por cáncer de todos los tipos			
2 Tasa de mortalidad por cáncer de tráquea, bronquios y pulmón			
3 Tasa de incidencia de cáncer de todos los tipos			
4 Tasa de incidencia de cáncer de tráquea, bronquios y pulmón			
5 Tasa de prevalencia de cáncer de todos los tipos			
6 Tasa de prevalencia de cáncer de tráquea, bronquios y pulmón			
7 Tasa de letalidad de cáncer de todos los tipos			
8 Tasa de letalidad de cáncer de tráquea, bronquios y pulmón			

3 ¿Qué interpretación le da al análisis conjunto de los resultados obtenidos?

Ejercicio 2

1 En un estudio epidemiológico en una comunidad se obtiene lo siguiente:

Enfermedad	Incidencia por 100 mil hab.	Prevalencia al 30/VI por 100 mil hab.
Intoxicaciones agudas por plaguicidas orga- noclorados	7,5	1,2
Cáncer de pulmón	8	52,1

2 Analice las cifras expuestas, interprételas comparativamente y explique por qué el cáncer de pulmón presenta una prevalencia mayor que las intoxicaciones.

4 IDENTIFICACION E INTERPRETACION DE PATRONES DE OCURRENCIA

Se entiende por patrón de ocurrencia la modalidad característica en que suele presentarse una enfermedad en una población, adoptando rasgos particulares para los diferentes componentes de dicha población. Asimismo, suele presentarse un esquema característico de determinados factores condicionantes o causales de una determinada enfermedad. La identificación de los patrones de ocurrencia de una enfermedad es parte medular del trabajo epidemiológico, ya que es el principio de la respuesta a la pregunta de por qué unas personas enferman y otras no.

Usualmente se trata de identificar patrones referentes a aspectos relacionados con las personas afectadas y con las no afectadas, aspectos diversos del lugar, región o zona en que se presenta la enfermedad, la tendencia o fluctuación que el problema presenta a lo largo del tiempo, la producción, distribución, concentración y depósito de sustancias contaminantes, etc.

En el lenguaje clásico de la epidemiología se acostumbra decir que deben identificarse los patrones de ocurrencia de los elementos básicos de estudio: en las personas, en el lugar o ambiente y en el tiempo. Debemos agregar ahora, cuando es posible, los relativos al agente.

Por medio de la cuantificación de los patrones de ocurrencia, un buen estudio epidemiológico debiera responder a preguntas como las que a continuación se ejemplifican.

ELEMENTO DE ESTUDIO	ASPECTOS CONSIDERADOS EN DICHO ELEMENTO (ejemplos)	¿LAS TASAS DE MORTALIDAD O DE MORBILIDAD MAS ALTAS SE REPRESENTAN EN:
PERSONA	Sexo	hombres o mujeres?
	Edad	uno y otro grupo de edad?
	Raza	una raza más que en otras?
	Actividad	una determinada actividad?
	Condiciones fisiopatológicas	quienes tienen alguna condición o proceso simultáneamente?
	Hábitos	quienes realizan actividades similares o en común?
LUGAR	Residencia	quienes viven en la ciudad o en el campo?
	Origen o procedencia	quienes provienen de la misma región?
	Estancia o concurrencia	quienes se reúnen en un lugar común con regularidad?
	Zonas aledañas a áreas industriales	quienes viven en dichas zonas?
	Sectores con determinadas características del suelo y aguas	quienes viven en dichas zonas?
TIEMPO	Tendencia	tiempos más recientes? aumento o disminución?
	Fluctuaciones	una u otra época?
	Duración	quienes han estado expuestos por períodos breves o largos?
AGENTE	Emisión	quienes están expuestos a más altas emisiones?
	Depósito	quienes están expuestos de manera prolongada a determinadas concentraciones?
	Características tóxicas	quienes están en contacto con sustancias más tóxicas?

El esquema presentado pretende sólo dar una pauta primaria acerca de los principales elementos derivados de una identificación de patrones de ocurrencia. Sin embargo, cabe señalar que los aspectos o elementos a considerar variarán en cada caso particular dependiendo de la naturaleza del problema en estudio. Igualmente la definición de las variables a identificar también dependerá de los objetivos de la metodología que el grupo de investigadores se haya establecido para el estudio que le motiva.

Para ilustrar la manera en que se procede a identificar y cuantificar patrones de ocurrencia en los elementos recién descritos, se seguirá un ejemplo sencillo en el que se deberá realizar algunos cálculos de tasas de manera análoga a como se ha hecho en páginas anteriores.

Ejercicio 3

- 1 Se trata de una comunidad con un total de 890 personas, que está organizada en torno a una fábrica de productos de plomo. Del total de la población, 312 son trabajadores en dicha fábrica.
- 2 Se presentan a continuación los antecedentes de un grupo de 22 personas trabajadoras de la fábrica, a quienes se les detectó enfermedad renal crónica. Se recolectaron antecedentes sobre sexo, edad, enfermedad renal previa, antigüedad en el empleo y exposición a procesos de fabricación de cables y tuberías de plomo.

RELACION DE ENFERMOS CON
NEFROPATIA CRONICA

No.	SEXO	ANTECEDENTES DE ALGUNA OTRA EN- FERMEDAD RENAL	EDAD (AÑOS)	ANTIGUEDAD EN EL EM- PLEO (AÑOS)	EXPOSICION AL PROCESO DE FABRICACION
1	M	NO	54	13	SI
2	M	NO	47	11	SI
3	M	SI	42	15	SI
4	F	SI	39	12	NO
5	M	NO	36	9	SI
6	M	NO	38	18	SI
7	M	NO	27	11	SI
8	F	NO	41	21	NO
9	M	NO	36	14	SI
10	M	SI	27	6	NO
11	M	NO	22	3	SI
12	M	NO	28	12	SI
13	M	NO	35	15	SI
14	F	NO	43	16	SI
15	M	NO	42	20	SI
16	M	NO	46	21	SI
17	M	NO	38	13	SI
18	M	NO	51	23	SI
19	M	NO	47	18	SI
20	M	NO	44	18	SI
21	F	SI	36	8	SI
22	M	NO	37	13	SI

3 A continuación se presentan algunas tablas en las que deberá completar datos faltantes, calcular tasas de incidencia y responder a diversas preguntas:

TABLA 1
CASOS DE NEFROPATIA SEGUN SEXO

SEXO	TOTAL	CASOS CON NEFROPATIA CRONICA	TASA POR CADA 1 000
Masculino	680		
Femenino	210		
Total	890	22	

- 1 A partir del listado de enfermos cuente el número de hombres y el número de mujeres. Anótelos en la columna correspondiente.
- 2 Calcule la tasa de nefropatía crónica para cada sexo. Anote estas tasas en la columna correspondiente.
- 3 Al comparar las tasas de ambos grupos, ¿qué diferencia encuentra entre la tasa de nefropatía crónica para hombres y para mujeres?

TABLA 2
CASOS DE NEFROPATIA SEGUN GRUPOS DE EDAD

GRUPOS DE EDAD	HABITANTES	CASOS CON NEFROPATIA CRONICA	TASA POR CADA 1 000
0 - 24	110		
25 - 44	580		
45 y más	200		
Total	890	22	

- 1 A partir de la relación de los casos con nefropatía, cuente el número de personas de cada grupo de edad. Anótelos en la columna correspondiente.
- 2 Calcule la tasa de nefropatía crónica para cada grupo de edad. Anote estas tasas en la columna correspondiente.
- 3 Compare las tasas de los tres grupos de edad. ¿Qué diferencias encuentra entre las tasas de dichos grupos?

TABLA 3
 EMPLEADOS DE LA FABRICA SEGUN
 ANTIGUEDAD EN EL EMPLEO

ANTIGUEDAD	TRABAJADORES	CASOS CON NEFROPATIA	TASA POR CADA 1 000
0 - 9 años	172		
10 y más años	140		
Total	312	22	

- 1 A partir de la relación de casos, cuente el número de personas con antigüedad entre 0 y 9 años y con antigüedad de 10 o más años. Anótelos en la columna correspondiente.
- 2 Calcule la tasa de nefropatía crónica para cada grupo de antigüedad. Anote dichas tasas en la columna correspondiente.
- 3 Compare las tasas de ambos grupos. ¿Qué diferencia encuentra entre las tasas de dichos grupos de antigüedad?

TABLA 4
EMPLEADOS DE LA FABRICA SEGUN
EXPOSICION AL PROCESO DE FABRICACION

EXPOSICION	NUMERO	CASOS CON NEFROPATIA	TASA POR CADA 1 000
SI	123		
NO	189		
Total	312	22	

- 1 A partir del listado de casos cuente el número de personas que sí estaban expuestas al proceso de fabricación y el número de los que no lo estaban.
- 2 Calcule la tasa de nefropatía crónica para cada grupo. Anote dichas tasas en la columna correspondiente.
- 3 Compare las tasas de ambos grupos. ¿Qué diferencia encuentra entre la tasa de quienes estaban expuestos al proceso de fabricación y la tasa de quienes no lo estaban?

Como podrá observarse, en el ejercicio anterior ha bastado solamente proceder sistemáticamente en el cálculo de tasas, identificando la población expuesta con precisión, para establecer factores de riesgo existentes en la población en estudio.

Se estará de acuerdo en que dichos factores eran: la exposición al proceso de fabricación y la duración prolongada de dicha exposición. Por otra parte, se coincidirá en que ni el sexo ni la edad y tal vez tampoco los antecedentes personales de enfermedad renal previa se constituían como factores de riesgo.

Los anteriores argumentos traducen, para el ejemplo, los patrones de ocurrencia de la enfermedad en cuestión: la enfermedad ocurre predominantemente en quienes se exponen al proceso de fabricación de tubos y cables de plomo por períodos mayores de 10 años, sin importar la edad, el sexo ni los antecedentes de patología renal previa de los afectados.

Un aspecto importante de considerar consiste en que cada tasa se construyó cuidando que el denominador fuera el correcto; es decir, que la población que se anotara fuera realmente la que estuviera expuesta al riesgo de que le ocurriera el evento que se anotaba en el numerador. Este último aspecto amerita muy particular atención.

Tomando un ejemplo extremo: si en el numerador de una tasa se anotaran casos de carcinoma de próstata, en el denominador solamente podrían anotarse los individuos realmente expuestos a sufrir esta enfermedad. Resultaría inadmisibles anotar en el denominador a la población general, ya que ésta incluye a personas del sexo femenino.

5 FORMULACION DE HIPOTESIS

Hasta aquí la primera fase de la epidemiología ha hecho sólo la descripción de fenómenos, la cual sugiere explicaciones posibles del supuesto proceso causal.

Una vez que se han identificado los patrones de ocurrencia para una enfermedad supuestamente causada por la contaminación, suele procederse a la formulación de una o varias hipótesis dirigidas a identificar las razones que expliquen la distribución en la población de dichos patrones.

La hipótesis puede definirse como una explicación posible, sujeta a confirmación, de un fenómeno de enfermedad. En general una hipótesis es más plausible mientras mayor sea la fuerza de asociación estadística de los antecedentes y mientras menor sea la cantidad de otras alternativas aceptables.

Por lo que respecta al planteamiento de hipótesis recordamos que ello ya fue presentado en la parte 4 de epidemiología I.

6 COMPROBACION DE HIPOTESIS

Por lo que toca a la comprobación, debe tenerse en cuenta en el trabajo epidemiológico, al igual que en cualquier actividad científica, no basta con plantear hipótesis que tal vez expliquen las asociaciones probables entre factores y enfermedades, sino que es necesario comprobar la veracidad parcial o total de dichas suposiciones.

Con la comprobación de hipótesis es que se entra propiamente a la fase analítica del proceso epidemiológico. La comprobación de hipótesis epidemiológicas implica la realización de actividades ordenadas a la luz de algunos diseños tí-

picos de investigación, los cuales señalan desde la manera de recoger la información necesaria hasta los procedimientos idóneos para analizarla. Sin embargo, antes de seleccionar un diseño de análisis epidemiológico deben considerarse las siguientes precauciones para la verificación de la hipótesis:

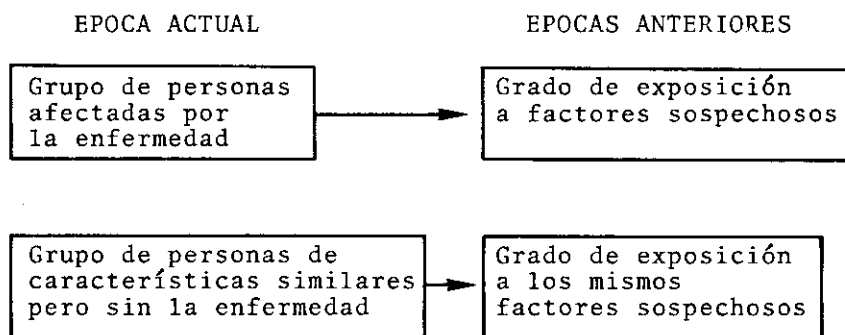
- Algunas asociaciones suelen deberse únicamente a la casualidad (azar).
- Algunas asociaciones pueden presentarse artificialmente por errores de recolección, clasificación o procesamiento de la información.
- Algunas asociaciones pueden ser resultado casual dependiendo de las variaciones típicas existentes en las muestras de población seleccionadas.
- Algunas asociaciones pueden deberse a la influencia de uno o varios factores adicionales que no han sido identificados.

Debe señalarse además, que en el campo de la contaminación ambiental química existen precauciones a tomar al seleccionar el diseño de investigación para comprobación de hipótesis, ya que en muchos de los problemas en estudio la probable causa de los padecimientos puede ser multifactorial. El tiempo que debe transcurrir para que se observe un efecto luego de la exposición a los agentes ambientales químicos puede ser sumamente prolongado y el inicio de las manifestaciones puede pasar desapercibido.

Aunque más adelante se destinan capítulos específicos a los diseños epidemiológicos para la comprobación de hipótesis, a continuación se avanzan algunas características básicas de dos de los más frecuentemente empleados: retrospectivo y prospectivo.

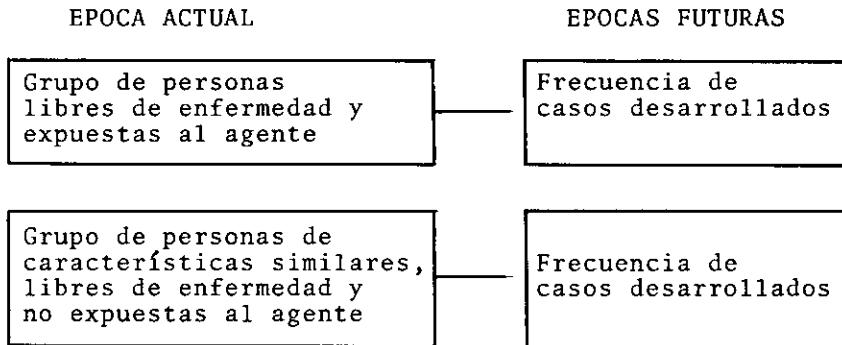
6.1 Los estudios retrospectivos, parten de la identificación de personas afectadas por una enfermedad y tratan de identificar la exposición que hubieran tenido en el pasado a algunos factores supuestamente causales. En estos estudios se selecciona además otro grupo de características similares a los afectados, pero que se encuentren libres de la enfermedad, para comparar la frecuencia e intensidad de la exposición que en el pasado también hubieran tenido a los factores en estudio.

El siguiente esquema ilustra este diseño de investigación. Cabe señalar que, debido a la creación del grupo control análogo al de afectados, este diseño también suele denominarse de casos y controles o de casos y testigos.



6.2 Los estudios prospectivos, parten de la formación de uno o más grupos de personas que están aparentemente sanas o que, para los fines que nos interesa, acaban de estar expuestas a un agente ambiental, las que se podrán estudiar a lo largo de períodos prolongados para identificar y cuantificar diversos efectos. Igualmente, en estos estudios es usual seleccionar otro grupo de características similares a las de

los expuestos, pero que no ha estado sometido a la misma exposición. A lo largo del tiempo se comparará la frecuencia de casos que se desarrolle en ambas agrupaciones. El siguiente esquema ilustra este tipo de estudios:



Tanto en el estudio retrospectivo como en el prospectivo se procura buscar una relación entre causa y efecto. En el retrospectivo las unidades de observación se clasifican de acuerdo a la variable EFECTO y luego se investiga la variable que se presume como causa. En el prospectivo las unidades de observación se clasifican primero de acuerdo a la variable que se considera como CAUSA y posteriormente se registra la ocurrencia o ausencia del efecto.

7 ELABORACION DE CONCLUSIONES

Una vez completada la fase de comprobación de la hipótesis, es posible obtener resultados positivos que permitan establecer asociación causal entre uno o más factores ambientales y la enfermedad en estudio.

Todo el proceso además ha permitido identificar elementos y componentes del fenómeno epidemiológico, que al ser

destacados por su trascendencia e importancia van a condicionar las principales conclusiones.

8 APLICACION DE MEDIDAS DE CONTROL

Las conclusiones podrán ser de orden teórico y de orden práctico. Su utilidad y aplicación se da en diversos aspectos; a saber:

8.1 El fundamental y por el cual el estudio epidemiológico en esencia se originó, corresponde a la aplicación en la comunidad de las medidas adecuadas de prevención y control de la enfermedad, parte operacional ésta, cuya implementación en general es responsabilidad de los Servicios de Salud y de las autoridades sanitarias. El objetivo en este caso es reducir significativamente en la comunidad las tasas de morbilidad y de mortalidad de la enfermedad seleccionada. Es fundamental para ello el acceso fácil por parte de las autoridades en salud, a los estudios y conclusiones de este tipo generados en los diferentes ámbitos de investigación.

Es conveniente advertir, sin embargo, que en los problemas de salud pública condicionados por el ambiente, específicamente en este caso, por la contaminación química, las medidas de prevención y control adquieren un carácter complejo en su aplicación y en su eficiencia. Ello debido a que habitualmente los factores de riesgo ubicados en el ambiente están altamente dependientes o condicionados por elementos naturales, sociales, económicos o de otro tipo. Generalmente ha sido significativamente más fácil, más rápido y más espectacular intervenir preventivamente protegiendo directamente a las personas que actuando sobre el ambiente. Tal es el caso ejemplar de las vacunaciones.

8.2 Igualmente en el área de salud pública, las conclu-

siones podrán contribuir a establecer o perfeccionar los sistemas de vigilancia epidemiológica de alguna enfermedad en particular o de un grupo de enfermedades afines. En este sentido se puede evaluar además la conveniencia o no de incluir la enfermedad en estudio en la rutina de la notificación obligatoria, entre otras.

8.3 Las conclusiones pueden también tener utilidad como instrumento o base para la evaluación de programas específicos e incluso de los mismos servicios de salud, a modo de generar las readecuaciones técnicas y administrativas pertinentes.

8.4 Si corresponde, las conclusiones pueden tener utilidad en programas de educación sanitaria.

8.5 En el área de la investigación integrada los resultados pueden aclarar dudas respecto de los factores de riesgo de una enfermedad o grupo de enfermedades, mediante la combinación de los datos epidemiológicos con otros, tales como los toxicológicos, los clínicos, los genéticos, etc.

8.6 Igualmente, en el área de la investigación integrada, se podrá evaluar si los datos epidemiológicos son congruentes con la hipótesis formuladas clínica o experimentalmente, facilitando así el replanteamiento de la investigación básica, clínica y epidemiológica de las enfermedades generadas por la contaminación ambiental.

8.7 La información acumulada y las conclusiones podrán ser difundidas sistemáticamente en diversos niveles, especialmente el académico-docente, el de investigación, el de

administración sanitaria y el de publicaciones y foros especializados.

Ejercicio 4

Califique los siguientes estudios como retrospectivos o prospectivos:

<u>D e s c r i p c i ó n</u>	<u>Tipo de Estudio</u>
a) En una población minera se identifican casos de una enfermedad desconocida. Se investiga si los enfermos, en su mayoría adultos, han estado consumiendo a lo largo del tiempo agua de los manantiales cercanos a la mina.	_____
b) Se inicia un registro de padecimientos broncopulmonares en una población en la que acaba de ser inaugurada una fábrica de cemento.	_____
c) Se cuantifican periódicamente los niveles de plomo en sangre de los empleados de las gasolineras de una ciudad.	_____
d) Se averigua la cantidad y duración de las operaciones quirúrgicas en que han intervenido 17 anesthesiólogas con dos o más abortos cada una; simultáneamente se hace la misma averiguación en las anesthesiólogas que no han presentado abortos.	_____
e) Se averiguó entre 1980 y 1982 el antecedente de tabaquismo en las embarazadas controladas en un centro obstétrico. Se estudió a partir de 1981 las principales patologías por las cuales los hijos de tales embarazadas han estado hospitalizados, separando los hallazgos según el antecedente de "tabaquismo" y "no tabaquismo" de la madre.	

Ejercicio 5

1 ¿Qué ventajas representa en salud pública el uso de tasas en vez de cifras absolutas?

2 Señale las ventajas y las desventajas, tanto de las tasas de mortalidad como de las tasas de morbilidad, en relación a la utilidad y el grado de confiabilidad que tienen para reflejar problemas o situaciones en salud pública.

3 Según su experiencia señale para las siguientes enfermedades, si son enfermedades en que predomine el criterio de incidencia y/o de prevalencia en su medición y si éstas son habitualmente altas o bajas para cada caso:

- a) dermatitis por contacto
- b) intoxicaciones agudas por plaguicidas
- c) afecciones irritativas del tracto respiratorio superior
- d) cáncer pulmonar
- e) saturnismo
- f) malformaciones congénitas

4 Señale los principales usos o aplicaciones que pueden darse a la epidemiología.

APENDICE ESTADISTICO

Razones, proporciones y tasas

La información que se maneja en el quehacer epidemiológico frecuentemente está constituida por cifras absolutas; por ejemplo, es frecuente emplear números de afectados por diversos tipos de padecimientos, números de fallecimientos por diversas causas, total de personas expuestas a la acción de algunas substancias, etc.

Sin embargo, a pesar de la utilidad del manejo de las cifras absolutas muchas veces es necesario disponer de medidas que resuman o condensen en un solo valor a una buena cantidad de cifras absolutas y que por si mismas faciliten la comprensión de las relaciones existentes entre dos o más series de datos.

Las medidas de resumen que a continuación se presentan son las razones, las proporciones y las tasas. Desarrollar habilidad para la selección, el cálculo y la interpretación de estas medidas de resumen es indispensable para desempeñarse correctamente en el trabajo epidemiológico elemental.

a) Razones. Una razón es la comparación por cociente entre dos cifras de diferente o similar naturaleza. Por ejemplo, la división $\frac{380 \text{ camas hospitalarias}}{95 \text{ enfermeras}}$ tiene como resultado el

número 4, porque $\frac{380}{95} = 4$. El número 4 constituye un valor que por si mismo refleja una cierta situación. En este caso el número 4 se interpreta como: por cada enfermera existen cuatro camas. Si las cifras que se comparan hubieran sido $\frac{190 \text{ camas hospitalarias}}{95 \text{ enfermeras}} = 2$, se hubiera evocado una situación

muy diferente, ya que si en el primer caso imaginamos a una enfermera encargándose de cuatro camas, en el segundo caso imaginamos a una enfermera con tareas más descansadas pues solamente debe atender dos camas hospitalarias.

La manera correcta de expresar el resultado del cálculo de una razón es señalar el número de elementos del numerador que existen por cada elemento del denominador del cociente en cuestión; por ejemplo, en la razón $\frac{2\ 580\ \text{habitantes}}{645\ \text{viviendas}} = 4$ el resultado se expresaría como: por cada vivienda existen cuatro habitantes. En este ejemplo se confirma la definición de razón: es la comparación por cociente entre dos cifras de naturaleza diferente.

b) Proporciones. Una proporción es la comparación por cociente entre el número de elementos de un subconjunto y el número de elementos del conjunto al que pertenece dicho subconjunto. En las proporciones la comparación se hace por razón necesaria entre elementos de similar naturaleza. Por ejemplo, si en una población hubo 175 casos de cáncer pulmonar de un total de 1956 casos de todos los tipos de cáncer, la comparación por cociente $\frac{175}{1\ 956} = 0,09$ constituye una proporción, ya que se está identificando la magnitud o importancia del subconjunto de casos de cáncer pulmonar con respecto al conjunto de casos de cáncer de todo tipo. Así, si en otra población los casos de cáncer de pulmón fueran 194 y los casos totales de cáncer fueran 13 486, la proporción $\frac{194}{13\ 486} = 0,01$ nos permitiría imaginar que la magnitud o importancia del cáncer pulmonar es menor que en la primera población, ya que 0,01 es bastante menor que 0,09.

c) Tasas. Una tasa es la comparación por cociente entre un número de eventos ocurridos en un tiempo y lugar dados y la

población que estuvo expuesta al riesgo de que le ocurrieran dichos eventos en la misma época y en ese lugar.

En epidemiología, usualmente los eventos están constituidos por casos de enfermedad o defunciones por diversas afecciones.

Las tasas están constituidas por tres elementos:

- 1) El numerador del cociente, que consiste en el número de veces que ocurrió el evento o suceso en estudio.
- 2) El denominador del cociente que es la población expuesta al riesgo de que le ocurra el fenómeno.
- 3) Una constante por la cual se multiplica el resultado del cociente. Debido a que usualmente la división del numerador entre el denominador resulta en una cifra inferior a la unidad el resultado suele multiplicarse por 100, 1 000, 10 000 ó 100 000 para una mejor comprensión y fácil lectura.

Fórmulas de algunas tasas de uso frecuente:

$$\begin{array}{l} \text{Tasa anual bruta o} \\ \text{cruda de mortalidad} \\ \text{general} \end{array} = \frac{\text{Número total de defuncio-} \\ \text{nes ocurridas en una área} \\ \text{en un año dado.}}{\text{Estimación a mitad de año} \\ \text{de la población de la mis-} \\ \text{ma área el mismo año.}} \times 1\ 000$$

$$\begin{array}{l} \text{Tasa anual de morta-} \\ \text{lidad por causa} \end{array} = \frac{\text{Número de defunciones por} \\ \text{una causa específica ocu-} \\ \text{rridas en una zona geográ-} \\ \text{fica dada en un año dado.}}{\text{Estimación a mitad de año} \\ \text{de población de la misma} \\ \text{zona geográfica en el mis-} \\ \text{mo año.}} \times 100\ 000$$

Razón de mortalidad anual	=	Número de defunciones con una característica especial ocurridas en una zona dada en un año dado.	X	100
		<u>Número total de defunciones ocurridas en la misma zona y en el mismo año.</u>		
Tasa de mortalidad infantil	=	Número de defunciones de niños menores de un año de edad ocurridas en una zona geográfica dada durante un año dado.	X	1 000
		<u>Número total de nacimientos vivos ocurridos en la población de la misma zona durante el mismo año.</u>		
Tasa de mortalidad neonatal (mortalidad infantil precoz)	=	Número de defunciones de niños de menos de 28 días de edad ocurridas en una zona geográfica dada durante un año dado.	X	1 000
		<u>Número total de nacimientos vivos ocurridos en la misma zona durante el mismo año.</u>		

Tasa de mortalidad infantil de 1 a 11 meses (mortalidad infantil tardía)	=	<p>Número de defunciones de niños entre 28 días y 11 meses de edad ocurridos en un área dada en un año dado.</p> <hr/> <p>Número total de nacimientos vivos ocurridos en la misma área durante el mismo año.</p>	X	1 000
Tasa anual de mortalidad materna	=	<p>Número de defunciones por embarazo, parto o puerperio ocurridas en mujeres de una área dada en un año dado.</p> <hr/> <p>Número total de nacimientos vivos ocurridos en la misma área durante el mismo año.</p>	X	10 000
Tasa anual de mortalidad fetal o tasa de mortinatalidad	=	<p>Número de defunciones fetales tardías (más de 28 semanas de gestación) ocurridas en una zona geográfica dada en un año dado.</p> <hr/> <p>Número total de nacimientos vivos ocurridos en la misma zona durante el mismo año.</p>	X	1 000
Tasa de mortalidad perinatal*	=	<p>Suma de defunciones fetales tardías y número de defunciones de menores de 7 días de edad ocurridas en una zona dada durante un año dado.</p> <hr/> <p>Número total de nacimientos vivos en la población de la misma zona durante el mismo año.</p>	X	1 000

*El numerador de esta tasa no ha sido aún aceptado internacionalmente; inclusive se han sugerido modificaciones.

Tasa anual de mortalidad específica por edad	=	<p>Número total de defunciones en un grupo de edad específico de la población de una zona geográfica dada en un año dado.</p> <p>Estimación a mitad de año de la población del grupo de edad específico en la misma zona el mismo año.</p>	X	1 000
Tasa anual bruta o cruda de natalidad	=	<p>Número total de nacimientos vivos ocurridos en una zona dada durante un año dado.</p> <p>Estimación a mitad de año de la población de la misma zona en el mismo año.</p>	X	1 000
Tasa de letalidad	=	<p>Número de defunciones por una enfermedad X en una zona dada en un tiempo dado.</p> <p>Número de enfermos de la misma enfermedad en la misma zona y en el mismo tiempo.</p>	X	100
Tasa de prevalencia instantánea	=	<p>Número de enfermos de una afección X existentes en una fecha dada en una área determinada.</p> <p>Estimación de la población para la misma fecha en la misma área.</p>	X	<p>100</p> <p>1 000</p> <p>10 000</p> <p>100 000</p>
Tasa de incidencia	=	<p>Número de enfermos nuevos de una afección X aparecidos durante un tiempo dado en una área dada</p> <p>Estimación de la población de la misma área para la mitad del período considerado.</p>	X	<p>1 000</p> <p>10 000</p> <p>100 000</p>

Tasa de prevalencia de intervalo anual = $\frac{\text{Número de enfermos de una afección X existentes durante un año en una área determinada.}}{\text{Estimación a mitad de año, de la población de la misma zona, en el mismo año.}} \times 100\ 000$

Tasa de ataque secundario* = $\frac{\text{Número de casos nuevos de una enfermedad que aparecen en contacto de un caso primario de la misma enfermedad durante un período de tiempo dado.}}{\text{Número total de contactos del caso primario durante el mismo período.}} \times 100$

*Tasa de ataque: usada en el estudio de epidemias, Es diferente de la tasa de morbilidad que es anual e incluye en el denominador a toda población. El elemento tiempo en la tasa de ataque, se limita a la duración de la epidemia y tiene como denominador solamente al sector de la población expuesto al riesgo de enfermar durante la epidemia.