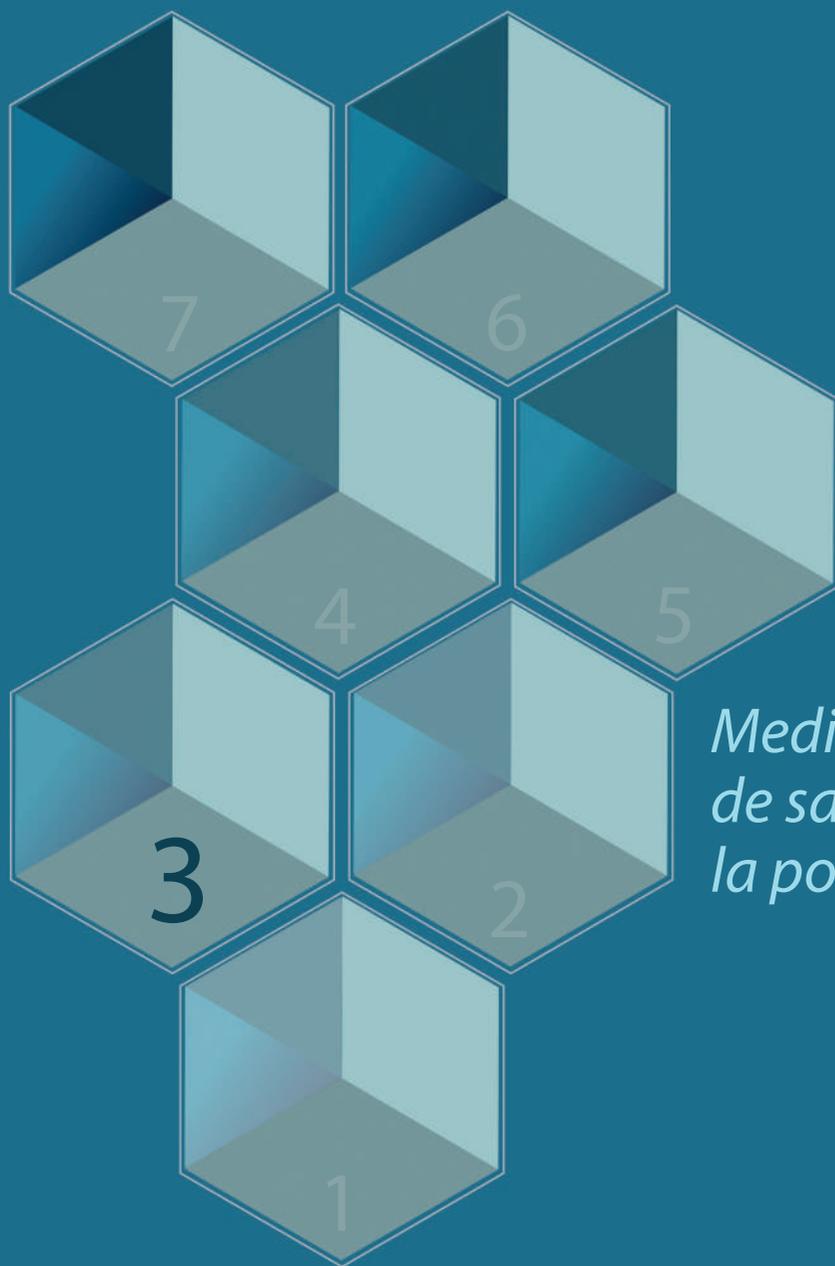


Módulos de principios de epidemiología para el control de enfermedades (MOPECE)

3a. Edición



*Medición de las condiciones
de salud y enfermedad en
la población*



Organización
Panamericana
de la Salud



Organización
Mundial de la Salud
OFICINA REGIONAL PARA LAS Américas

Módulos de principios de epidemiología para el control de enfermedades (MOPECE)

Tercera edición

Módulo 3: Medición de las condiciones de salud y enfermedad en la población

Editores

Gabriela Fernández Quintanilla
Marco Fidel Suarez Agudelo
Fernando José Amado y Luarca
Federico Gerardo de Cosio



Organización
Panamericana
de la Salud



Organización
Mundial de la Salud

OFICINA REGIONAL PARA LAS Américas

Módulos de principios de epidemiología para el control de enfermedades (MOPECE). Tercera edición. (Serie PALTEX para Técnicos Medios y Auxiliares No 26).

Contenido: Manual del facilitador - v.1: Presentación y marco conceptual - v.2: Salud y enfermedad en la población - v.3: Medición de las condiciones de salud y enfermedad en la población - v.4: Vigilancia en salud pública - v.5: Investigación epidemiológica de campo: aplicación al estudio de brotes - v.6: Control de enfermedades en la población - v.7: Herramientas tecnológicas e información complementaria de apoyo a la epidemiología básica aplicada al nivel local.

ISBN: 978-92-75-31980-2

© Organización Panamericana de la Salud 2017

Todos los derechos reservados. Las publicaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) están disponibles en su sitio web en (www.paho.org). Las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, íntegramente o en parte, alguna de sus publicaciones, deberán dirigirse al Programa de Publicaciones a través de su sitio web (www.paho.org/permissions).

Forma de cita propuesta. Organización Panamericana de la Salud. *Módulos de principios de epidemiología para el control de enfermedades (MOPECE)*. Tercera edición. Serie PALTEX para Técnicos Medios y Auxiliares No 26. Washington, D.C.: OPS; 2017.

Las publicaciones de la Organización Panamericana de la Salud están acogidas a la protección prevista por las disposiciones sobre reproducción de originales del Protocolo 2 de la Convención Universal sobre Derecho de Autor. Reservados todos los derechos.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Secretaría de la Organización Panamericana de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la Organización Panamericana de la Salud los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan en las publicaciones de la OPS letra inicial mayúscula.

La Organización Panamericana de la Salud ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la Organización Panamericana de la Salud podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Contenido

AGRADECIMIENTO	v
PRÓLOGO	vii
AUTORES	ix
COMPETENCIAS Y SUBCOMPETENCIAS	1
MEDICIÓN DE SALUD Y ENFERMEDAD EN LA POBLACIÓN	2
TIPOS DE DATOS Y SU TABULACIÓN	7
PRESENTACIÓN DE DATOS	11
Tablas	11
Tablas de contingencia o de 2x2	14
Tablas de salida	15
Representación gráfica de datos (figuras)	16
MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL	24
MEDIDAS DE DISPERSIÓN	30
MEDIDAS DE FRECUENCIA	34
Medidas de morbilidad	36
Prevalencia e incidencia	37

Otras medidas de morbilidad para investigación de brotes y epidemias	44
Medidas de mortalidad	44
Distribución proporcional	45
Mortalidad proporcional	46
MEDIDAS DE LA FUERZA DE ASOCIACIÓN	68
Riesgo relativo	68
Razón de posibilidades (<i>Odd ratio</i>)	76
COMPARACIÓN DE LA FRECUENCIA DE ENFERMEDAD Y MEDIDAS DE ASOCIACIÓN	77
MEDIDAS DE ASOCIACIÓN ESTADÍSTICA	78
Comparación de dos proporciones: La prueba Chi Cuadrado	79
REFERENCIAS	84

Agradecimiento

El contenido de los Módulos de Principios de Epidemiología para el Control de Enfermedades (MOPECE) incluye información adaptada de diferentes experiencias epidemiológicas que los países de la Región han tenido; sobre todo, las experiencias de México, Nicaragua y Ecuador, las cuales fueron de singular importancia y riqueza de información contenida.

Por ello, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) desea agradecer al Programa de Residencia en Epidemiología Aplicada, Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud de México, por autorizar el uso del Ejercicio N° 7: Estudio de Brotes. “Brote de enfermedad icterica en un área rural 1986”. VIII Curso Internacional en Epidemiología Aplicada SSA-CDC, preparado por el Dr. Oscar Velázquez Monroy, en el módulo 5 de la segunda y tercera ediciones de los MOPECE.

Igualmente, la OPS reitera su agradecimiento al Ministerio de Salud de Nicaragua por autorizar el uso de los datos del brote de rubéola en León, Nicaragua en 1999 para la elaboración del ejercicio que se presenta en los módulos 3 y 7 de la segunda y tercera ediciones, respectivamente.

Asimismo, la OPS agradece al Ministerio de Salud del Ecuador por su autorización para usar los datos del brote de sarampión ocurrido en el Ecuador en el 2011, para la elaboración del ejercicio que se presenta en el módulo 3 de la tercera edición de los MOPECE.

Finalmente, la OPS expresa su agradecimiento a los múltiples participantes y facilitadores de los talleres de los MOPECE en la Región de las Américas, quienes a través de los años han sugerido recomendaciones importantes.

Prólogo

A comienzos de los años ochenta, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) publicó la primera edición de los Módulos de principios de epidemiología para el control de enfermedades (MOPECE) en los cuatro idiomas oficiales de la Organización: español, francés, inglés y portugués, con el objetivo de proporcionar a los profesionales que actúan en los servicios locales de salud el conocimiento y la aplicación práctica del enfoque epidemiológico en la investigación y resolución de los problemas de salud. Desde entonces, los MOPECE han sido el instrumento de capacitación básica de los equipos locales de salud en epidemiología aplicada para la prevención y el control de problemas de salud en toda la Región. En 2001, la OPS publicó la segunda edición de los MOPECE para incorporar los nuevos conceptos y avances. Esa edición se convirtió en la herramienta de capacitación para incrementar el nivel técnico básico de la epidemiología en el personal local de salud de la Región de las Américas, logrando capacitar a más de 20.000 profesionales con esta segunda edición.

A casi dos décadas de la publicación de la segunda edición, me complace presentar la tercera edición de los MOPECE. Esta tercera edición cambia su enfoque educativo hacia la generación de competencias profesionales en epidemiología básica y constituye un instrumento útil para mejorar la gestión de los servicios locales de salud.

Esta nueva edición incluye los seis módulos originales, que han sido actualizados, además de un séptimo módulo completamente nuevo que compila información de diversas fuentes técnicas y científicas a fin de proporcionar herramientas adicionales para reforzar las competencias profesionales aprendidas a través de los MOPECE. Además, los MOPECE tienen como objetivo fortalecer las capacidades de alerta y respuesta de los sistemas de salud ante emergencias epidémicas, de conformidad con el Reglamento Sanitario Internacional (2005).

Esta versión actualizada de los MOPECE proporciona los elementos necesarios para desarrollar las habilidades fundamentales de la epidemiología básica para el personal de los servicios locales de salud. Estamos seguros de que su uso en talleres de capacitación presenciales ayudará a desarrollar y reforzar las capacidades analíticas y de resolución de problemas de la práctica epidemiológica en la gestión local de la salud. Aliento a nuestros Estados Miembros a utilizar esta herramienta para desarrollar las competencias profesionales de los trabajadores de salud.

Dra. Carissa F. Etienne
Directora

Autores

CARLOS CASTILLO-SALGADO

Médico Cirujano, Abogado, Doctor en Salud Pública
Profesor de Epidemiología, Director del Observatorio de Salud Pública Global
Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health
Estados Unidos de América

EDGAR NAVARRO LECHUGA

Médico y Cirujano, Magíster en Epidemiología
Coordinador de la Maestría en Epidemiología y docente del Departamento de Salud Pública, Universidad del Norte
Colombia

FEDERICO GERARDO DE COSIO

Médico Cirujano, Master en Salud Pública
Jefe de Unidad de Información y Análisis de Salud
Organización Panamericana de la Salud
Estados Unidos de América

FERNANDO JOSÉ AMADO Y LUARCA

Médico Cirujano, Master en Administración de Hospitales
Asesor en Administración de Sistemas de Salud, Promoción de la Salud y Salud Reproductiva
México

GABRIELA FERNÁNDEZ QUINTANILLA

Médico Cirujano, Master en Salud Pública, Especialista en Epidemiología Aplicada
Asesora en Vigilancia y Análisis de Salud
Organización Panamericana de la Salud
Estados Unidos de América

INGRID GARCÍA VELÁSQUEZ

Bacterióloga, Magister en Epidemiología
Consultora Organización Panamericana de la Salud
Colombia

JAUME CANELA-SOLER

Médico Cirujano, Master en Salud Pública, Doctor en Filosofía
Profesor Titular de Medicina Preventiva y Salud Pública
Universidad de Barcelona
España

MARCO FIDEL SUÁREZ AGUDELO

Microbiólogo, Especialista en Epidemiología Médico-Entomológica,
Magister en Parasitología y Entomología Médica
Docente de postgrado en epidemiología
Universidad Andina Simón Bolívar
Bolivia

MARTHA PATRICIA VELANDIA GONZALEZ

Médico Cirujano, Magister en Epidemiología
Asesora en Inmunizaciones
Organización Panamericana de la Salud
Estados Unidos de América

PABLO BAUTISTA OSORNO

Médico Veterinario Zootecnista, Especialista en Epidemiología Aplicada,
Master en Ciencias de la Salud con énfasis en epidemiología
Epidemiólogo y maestro de estadística en la residencia en Epidemiología Aplicada
Dirección General de Epidemiología
México

VICTORIA PATRICIA GASSIBE KLARIÁN

Médico Cirujano, Especialista en Salud Pública y Epidemiología
Docente en el Instituto de Salud Pública
Universidad Andrés Bello
Chile

VIRGINIA MOSCOSO ARRIAZA

Médico cirujano, Master en Salud Pública y Doctora en Ciencias de la Salud
Consultora en Salud Pública y Epidemiología
Guatemala

AUTORES Y REVISORES TÉCNICOS EDICIONES ANTERIORES

Carlos Castillo-Salgado, Oscar J Mujica, Enrique Loyola Elizondo, Jaume Canela Soler, Gabriela Fernández Quintanilla, Enrique Vázquez Fernández, Patricia Gassibe Klarián, Soledad Velázquez García, Edgar Navarro Lechuga, Patricia Arbeláez Montoya, Mayra Cartín Brenes, Eduardo Velas.

COLABORADORES SEGUNDA EDICIÓN

Gilberto Ayala, Julio Alberto Armero, Xiomara Badilla, Itza Barahona de Mosca, Herbert Caballero, Marco Tulio Carranza, Rocío Cuevas Vargas, Thais Dos Santos, Carlos Flores, Modesta Haughton, José Federico Hernández, Marlo Libel, Miguel Machuca, Alfredo Moltó, José Moya, Carlos Muñoz, Maritza Ortega, Alberto Paredes, Rosalía Quinteros, Patricia Ruiz, Gloria Tewres, Guadalupe Verdejo, Reinaldo Viveros Aguilar.

COLABORADORES SEGUNDA EDICIÓN REVISADA

José Moya, Oscar J Mujica, Steven K Ault, Jacobo Finkelman, Fátima Marinho y Diego Victoria.

Módulo 3: Medición de las condiciones de salud y enfermedad en la población

COMPETENCIAS Y SUBCOMPETENCIAS



El módulo 3 presenta las medidas más comunes para la cuantificación de las condiciones de salud y enfermedad, sus aplicaciones y limitaciones; el ordenamiento y presentación tabular y gráfica de datos epidemiológicos; las medidas de resumen y de asociación. Este módulo se enfoca en los métodos para la presentación y análisis de datos cuantitativos.

Competencias:

- Identifica, distingue y demuestra la correcta aplicación de las formas de medición de la salud.
- Reconoce la importancia de identificar la ocurrencia de enfermedades y otros eventos de salud pública en su área de responsabilidad mediante la medición de las condiciones de salud y enfermedad en la población.
- Demuestra capacidad para analizar la información, identificar problemas de salud y proponer acciones para la toma de decisiones al respecto.

Subcompetencias:

- › Describe las formas de medición de la salud y sus aplicaciones.
- › Identifica las formas y usos de la presentación tabular y gráfica de datos.
- › Describe, calcula, analiza, interpreta y aplica las medidas de resumen de datos, las medidas de frecuencia y las medidas de asociación.
- › Identifica los momentos en que debe actuarse en respuesta a los eventos y las situaciones adversas.

MEDICIÓN DE SALUD Y ENFERMEDAD EN LA POBLACIÓN



Existen diversas formas de medir la salud, que incluyen el nivel de salud y bienestar, la capacidad funcional de las personas, la presencia y causas de enfermedad y muerte y la expectativa de vida de las poblaciones (Donaldson, 1989; Schlaepfer-Pedrazzini, 1990; De la Fuente, 2003). Se conocen distintas medidas e indicadores de bienestar (social o económico) en salud y se han desarrollado ciertos índices de “salud positiva” (Terris, 1988; Alleyne, 1998), tanto con fines operacionales, como para investigación y promoción de condiciones saludables, en dimensiones tales como la salud mental, autoestima, satisfacción con el trabajo, actividad física y otros.

La recolección de datos y la estimación de indicadores tienen como fin generar, en forma sistemática, evidencia que permita identificar patrones y tendencias que ayuden a realizar acciones de protección y promoción de la salud y de prevención y control de la enfermedad en la población.

Hay varias formas de medir las condiciones generales de salud de la población, entre ellas destacan las encuestas de salud y los censos nacionales, estos últimos se llevan a cabo decenalmente por varios países. Los censos proporcionan el conteo periódico de la población y varias de sus características. Su análisis permite hacer estimaciones y proyecciones de la población.

Para permitir hacer las comparaciones a lo largo del tiempo en una misma población o bien entre poblaciones y lugares diferentes, se requiere de procedimientos de medición estandarizados.

Medición: es el procedimiento de aplicar una escala estándar a una variable o a un conjunto de valores.

La medición del estado de salud requiere sistemas de información unificados y armonizados. Para lograr este fin se deben emplear estándares internacionales como la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-10), en su décima revisión, la cual se utiliza para clasificar y codificar la mortalidad, morbilidad y factores que influyen en el estado de salud y contacto con los servicios de salud (OPS, 2015).

Los indicadores de salud miden distintos aspectos relacionados con el funcionamiento y discapacidad, la ocurrencia de enfermedad o muerte de la población, o bien aspectos relacionados con los recursos, desempeño y utilización de los servicios de salud.

La Clasificación Internacional de Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF), como parte de la Familia de Clasificaciones Internacionales de OMS, proporciona el marco conceptual para generar indicadores de salud, considerando el funcionamiento y discapacidad relacionados con las condiciones de salud y su impacto en la vida diaria, como por ejemplo, dificultades en la capacidad para llevar a cabo actividades cotidianas, restricciones en la participación debido a un ambiente físico barrera, nivel de funcionamiento debido a lesiones y accidentes en el hogar y el lugar de trabajo, y años de vida libres de discapacidad. Los datos se obtienen generalmente a través de encuestas poblacionales y registros de información de personas con discapacidad. Los índices de calidad de vida incluyen variables de función tales como la actividad física, la presencia de dolor, el nivel de sueño, de energía, o el aislamiento social.

Los indicadores de morbilidad miden la frecuencia de problemas de salud específicos tales como enfermedades transmisibles (infecciones), enfermedades no transmisibles (cardiovasculares, diabetes, cánceres, y otras), lesiones y causas externas (hechos de tránsito, accidentes, agresiones y suicidio) y enfermedades ocupacionales, entre otras. Las fuentes de datos suelen ser registros de egresos hospitalarios y servicios de salud, notificación de enfermedades bajo vigilancia epidemiológica y encuestas de seroprevalencia, entre otras. Las enfermedades crónicas, por su larga evolución, requieren de monitoreo de etapas clínicas, por lo que es preferible contar con registros de enfermedad (cáncer, defectos congénitos) (CDC, 2015; Bray, 2015).

Los indicadores de mortalidad general o por causas específicas permiten comparar el nivel general de salud e identificar las principales causas de muerte dependiendo del perfil epidemiológico de la mortalidad del área de estudio.

La recolección de la información de las causas de muerte requiere de la certificación de dichas causas, para lo cual se emplea el Certificado Médico de Defunción. Cada causa anotada en el Certificado es codificada empleando la CIE-10 y se selecciona la causa básica de defunción siguiendo las reglas y notas de la propia clasificación. La información o los indicadores de mortalidad se presentan comúnmente como números crudos, proporciones, o tasas por edad, sexo y causas específicas.

Además de la medición del estado de salud, también es necesario medir el desempeño de los servicios de salud. Tradicionalmente esta medición se ha enfocado a insumos y servicios; adicionalmente, se miden los procesos, la calidad y las funciones de los servicios de salud (Noite, 2008).

Conjuntamente con los indicadores mencionados, la medición de salud requiere de la disponibilidad de datos sobre características relevantes (variables) de la población, tales como su tamaño, composición, estilos de vida, clases sociales, eventos de enfermedad, nacimientos y muertes.

Los datos para la medición de salud provienen de fuentes diversas, por lo que deben de tomarse en cuenta aspectos relacionados con la validez, calidad, integridad y cobertura de los mismos, así como sus fuentes. Los datos, cuantitativos o cualitativos, que se obtienen y registran de los servicios de salud y las estadísticas vitales representan la “materia prima” para el trabajo epidemiológico. Si los datos son incompletos o inconsistentes, se obtendrán medidas sesgadas o inexactas, sin importar la sofisticación del análisis epidemiológico usado y, por lo tanto, las intervenciones derivadas de este análisis no serán efectivas.

La deficiente cobertura de los servicios de salud en amplios sectores de la población en varios países, limita la generación de información útil y necesaria para caracterizar y resolver los problemas de salud que afectan de manera específica a sus comunidades. Aun cuando los datos estén disponibles y sean confiables, su utilización para la gestión en salud es insuficiente por ser incompletos ya que no incluyen el total de la población.

Con el propósito de responder a la necesidad de contar con un conjunto de datos validados, estandarizados y consistentes de los países de las Américas, desde 1995 la Organización Panamericana de la Salud (OPS), trabaja en la Iniciativa Regional de Datos Básicos de Salud. Esta iniciativa inicialmente incluyó una serie histórica de 117 indicadores demográficos, socioeconómicos, morbilidad, mortalidad, así como recursos, acceso y cobertura de servicios de salud, de los 48 Estados y territorios de la Región. A partir del 2016 esta iniciativa se alinea con el conjunto de indicadores de la OMS y su conformación es: datos demográficos-socioeconómicos, indicadores de situación de salud, factores de riesgo, cobertura de servicios y sistemas de salud (OPS, 2016).

Para el manejo correcto de la información numérica (datos e indicadores de salud), el análisis e interpretación requiere el uso de los principios de la epidemiología y la biostatística. Resulta paradójico que en el nivel en donde ocurren los mayores problemas de salud y donde se les debe dar solución, aún no están completamente desarrollados los procedimientos y técnicas para la obtención, medición, procesamiento, análisis, interpretación y uso de datos.

La epidemiología se vale de la estadística que es la ciencia que se ocupa de los métodos para recopilar, organizar, procesar, analizar e interpretar datos obtenidos de las observaciones, así como para sacar conclusiones.

Estadística: es la ciencia de recopilar, resumir y analizar los datos. Los datos pueden estar o no sujetos a la variación aleatoria.

Los métodos estadísticos no pueden separarse de la investigación epidemiológica por dos motivos:

- a) para diseñar correctamente una investigación epidemiológica, es esencial contar con conocimientos de estadística.
- b) la estadística y la epidemiología comparten un patrimonio común y toda la base cuantitativa de la epidemiología que se fundamenta en el conocimiento básico de probabilidad (Terris, 1988; Clayton y Hills 1993).

La correcta toma de decisiones basada en evidencias científicas en todos los niveles de los servicios de salud, requiere generar competencias permanentes en los integrantes del equipo local de salud y de sus redes para la recolección, manejo, análisis e interpretación apropiada de los datos epidemiológicos.

La cuantificación de los problemas de salud en la población requiere de procedimientos y técnicas estadísticas diversas. Dadas las características multifactoriales de los problemas de salud, existe la necesidad de incorporar métodos y técnicas cuantitativas y cualitativas que permitan conocer las características relevantes de la población.

El empleo de programas computacionales facilita el manejo y análisis de datos, pero no se deben sobreestimar sus alcances y aplicaciones, ya que éstos no sustituyen las competencias analíticas del epidemiólogo. Su utilidad permite el manejo eficiente de grandes bases de datos y ayuda a generar información oportuna y útil para la toma de decisiones. Un programa computarizado reduce notablemente el tiempo de cálculo y procesamiento de los datos, pero es el trabajo humano el que efectúa el análisis de la información y la convierte en resultados racionales y válidos para el logro de los objetivos de la salud pública.

Existen varios paquetes de programas de cómputo que facilitan el almacenamiento, proceso y análisis de información epidemiológica, entre ellos Epi-Info producido por los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en Inglés) de los Estados Unidos y la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Epi-Dat de la OPS y la Xunta de Galicia, España, Epi-tool producido en Australia por *Animal Service*, Epi-data producido por Epidata Association de Dinamarca. Lejos de competir entre sí, estos paquetes de programas son complementarios, de gran uso y de libre distribución y ofrecen diferentes procesos y rutinas de manejo y análisis epidemiológico de datos. Varios de estos paquetes de programas pueden ser usados en teléfonos inteligentes y tabletas.

El enfoque o método epidemiológico es una adecuación del método científico a la epidemiología y consiste en:

1. la **observación** de los fenómenos de salud y enfermedad en la población;
2. la **cuantificación** de éstos en frecuencias y distribuciones;

3. el **análisis** de las frecuencias y distribuciones de salud y de sus determinantes;

4. la **definición** de *cursos de acción* apropiados.

Este proceso cíclico de observar, cuantificar, comparar y proponer, sirve para identificar problemas y evaluar la efectividad y el impacto de las intervenciones en salud, construir nuevas hipótesis que describan y expliquen las observaciones y utilizarlas en la predicción de nuevos fenómenos (ENS, 2009; Porta, 2014).

TIPOS DE DATOS Y SU TABULACIÓN



La cuantificación del estado de salud y la forma de presentación de las enfermedades en la población requieren de métodos y técnicas que permitan:

- recolectar datos en forma objetiva y eficiente;
- convertir los datos en información para facilitar su comparación;
- simplificar su interpretación;
- transformar la información en conocimientos relevantes para tomar decisiones, e
- impulsar acciones de prevención y control.

Para conocer los grupos de población que presentan mayor número de casos, los lugares con mayor incidencia o prevalencia de determinadas enfermedades y el momento en que ocurren los eventos de salud, se deben aplicar sistemáticamente los procedimientos de la epidemiología básica relacionados con tiempo, lugar y persona (Gregg, 2008; Gordis, 2014).

Uno de los primeros pasos en el proceso de medición del estado de salud en la población es la definición de las variables que lo representan o caracterizan.

Variable: cualquier característica o atributo medible de los individuos objeto de observación que puede asumir valores diferentes.

Las variables pueden ser de dos tipos: cualitativas y cuantitativas. Las variables cualitativas expresan distintas cualidades, características o modalidades. Cada modalidad que se presenta se denomina atributo o categoría, y la medición consiste en clasificar dichos atributos, por ejemplo: sexo, estado civil y ocupación. Por otro lado, las variables cuantitativas son aquellas en las que el atributo se mide numéricamente y se pueden clasificar en discretas y continuas. Las variables discretas o discontinuas asumen valores que son siempre números enteros; por ejemplo: el número de hijos de una pareja, el número de dientes con caries, el número de camas de hospital, el número de hematíes por campo, el pulso, etc., que sólo pueden tomar valores de un conjunto finito. Las variables continuas pueden tomar tantos valores como permita la precisión del instrumento de medición, por ejemplo: el peso al nacer en gramos.

Las variables también pueden clasificarse según el nivel o tipo de medición que podamos aplicarles (escalas de medición). Así, se pueden distinguir cuatro niveles de medición de las variables:

- nominal;
- ordinal;
- de intervalo, y
- proporcional o de razón.

Una variable nominal tiene categorías a las que se les asignan nombres que no tienen ningún orden entre ellos; por ejemplo, estado de salud (enfermo – no enfermo) y el sexo. La categoría “hombre” no tiene ninguna relación de orden sobre la categoría “mujer”. Las variables nominales no tienen que ser necesariamente dicotómicas (dos categorías), sino que pueden ser también politómicas cuando se refieren a tres o más valores, como por ejemplo el estado civil (soltero, casado, divorciado, viudo, unión libre) o el grupo sanguíneo según el sistema ABO (A, B, AB y O). El hecho de cambiar la posición no tiene ninguna implicación en el análisis de los datos.

Ahora supongamos que se nos pregunta sobre la calidad de un curso que acabamos de realizar y se nos ofrecen las siguientes opciones de respuesta: *muy malo*, *malo*, *regular*, *bueno* y *excelente*. Esta clasificación tiene un orden: *excelente* es mejor que *bueno*, *bueno* que *regular* y así sucesivamente; sin embargo, la “distancia” que hay entre *excelente* y *bueno* no tiene porqué ser la misma que entre *malo* y *muy malo*. Estamos ante una variable ordinal, que se define como aquella cuyas categorías tienen un orden, aunque las diferencias entre ellas pueden no ser iguales. Otro ejemplo de variables ordinales son los resultados de un cultivo de laboratorio (–, +, ++, +++).

La siguiente escala de medición de variables es la de intervalo. Una variable de intervalo tiene distancias iguales entre sus valores y una característica fundamental: *el cero es arbitrario*. El ejemplo típico de variable de intervalo es la temperatura corporal. Existe la misma diferencia entre 37°C y 39°C que entre 38°C y 40°C (o sea, 2°C). Sin embargo, no podemos decir que una temperatura de 60°C sea ‘tres veces más caliente’ que una de 20°C. Tampoco podemos concluir que un individuo con un coeficiente de inteligencia de 120 es el doble de inteligente que otro con coeficiente de 60.

Por último, si la variable de intervalo tuviese un punto de origen que es el valor cero absoluto, estaríamos hablando de una variable de razón. Ésta tiene intervalos iguales entre valores y su punto de origen es cero. El peso y la estatura son ejemplos típicos de variables proporcionales; 80 kg es el doble que 40 kg y hay la misma diferencia entre 50 y 35 kg que entre 105 y 90 kg. En este tipo de variable se puede sumar, restar, multiplicar y dividir.

En la tabla 3.1 se resumen algunos ejemplos de tipos de variables y en la tabla 3.2 se muestra una síntesis entre las distintas escalas de medición de las variables.

Tabla 3.1 Tipos de variables y ejemplos demostrativos

Variables cualitativas	
<i>Nominales</i>	<i>Ordinales</i>
Sexo Grupo sanguíneo Provincia	Gravedad de un infarto (leve, moderado, severo) Estado de dolor tras la toma de un fármaco (peor, igual, mejor)
Variables cuantitativas	
<i>Discretas</i>	<i>Continuas</i>
Número de ataques de asma semanales Número de preguntas acertadas en un examen	Presión arterial Estatura Peso Edad

Tabla 3.2 Escalas de medición de las variables

Tipo de variable	Valores
Nominal	Variables con dos o más categorías sin orden
Ordinal	Como las nominales, + <i>categorías ordenadas</i>
De intervalo	Como las ordinales, + <i>intervalos iguales</i>
De razón	Como las de intervalo, + <i>cero absoluto</i>

Adaptado de Vogt, 2011 y Pastor-Barruso, 2012.

Los datos sobre casos de enfermedades atendidas o notificadas por una unidad de salud pueden provenir de listados que incluyen diferentes variables como: nombre, edad, sexo, entre otras, de los cuales se puede obtener el número total o frecuencia de casos. Al agrupar los casos según algunas características, se identifican los grupos poblacionales con problemas de salud o afectados por el evento de interés.

Por ejemplo, entre las características de la persona, se pueden agrupar los casos según su edad, sexo o etnia. A partir de este listado de datos se puede, además, identificar los casos que han ocurrido en determinado lugar y comparar la frecuencia de la enfermedad en distintos lugares o áreas geográficas. Por último, se puede determinar el número de casos según el momento en que ocurrieron o fueron notificados.

La distribución de los casos en el tiempo se puede agrupar en días, semanas, meses o cualquier otro período de tiempo que se considere adecuado. Esto permite saber en qué momento se presentó el mayor número de casos, así como cuando se incrementa o disminuye. Es necesario recordar que la frecuencia es el número de veces que se repite un valor de la misma variable (Vogt, 2011).

Las variables también se expresan en las categorías de variable dependiente y variable independiente. Los términos “dependiente” e “independiente” se utilizan para representar una relación de asociación o “causalidad” entre dos variables.

El valor de la variable dependiente 'depende' del valor de la variable independiente. En otras palabras: la variable independiente determina, en alguna medida (mayor o menor), el valor de la variable dependiente.

Utilizando otros términos, la variable independiente "causa" la variable dependiente. O sea que el comportamiento de la variable dependiente se podría predecir sobre la base del comportamiento de la variable independiente.

Variable dependiente: es aquella cuyo valor es supeditado al efecto de otra variable en la relación bajo estudio. Es un resultado que buscamos explicar o contar por la influencia de las variables independientes.

La variable dependiente denota los cambios sufridos por los sujetos como consecuencia de la influencia de la variable independiente. Es la propiedad o característica que se trata de cambiar como efecto o desenlace de la variable independiente.

Variable independiente: es aquella que ha sido hipotetizada para influenciar un evento o estado (variable dependiente). Por ejemplo: la variable independiente no está influenciada por el evento, pero puede causar (o contribuir a la ocurrencia de) o contribuir a cambiar el estado (psicológico, ambiental o socioeconómico).

Variable independiente es aquella característica o propiedad que puede afectar o ser la causa del fenómeno estudiado.

Por ejemplo:

Cómo influye el consumo excesivo de sal en la presión arterial de los pacientes.

- Variable dependiente: "la presión arterial de los pacientes" (cambio sufrido por la variable independiente).
- Variable independiente: "consumo excesivo de sal" (que es la que afecta o determina la variable dependiente).

PRESENTACIÓN DE DATOS



En los MOPECE se decidió denominar la agrupación de datos en filas y columnas como tablas, y los gráficos como figuras, siguiendo las normas de la Revista Panamericana de Salud Pública de la OPS/OMS, aunque los términos cuadro y gráfica se emplean frecuentemente también en otros textos.

Tablas

Los datos agrupados relativos a las variables según determinadas características (edad, sexo, residencia, clase social, y otras) pueden presentarse en tablas y figuras; esto facilita los cálculos y la comparación e interpretación de los resultados.

Elaboración de una tabla

Para crear una tabla que se entienda por sí misma, se deben atender las siguientes recomendaciones:

1. Título, use un título claro y conciso que describa los siguientes aspectos:
 - 1.1 Numeración. Inicie el título de la tabla con un número (por ejemplo, Tabla No. __).
 - 1.2 Qué. Describe las variables que se ilustran en la tabla.
 - 1.3 Cómo. De qué manera están expresadas las variables.
 - 1.4 Dónde. A qué lugar corresponde la obtención de las variables descritas.
 - 1.5 Cuándo. A qué período de tiempo se refieren los datos de las variables.

2. Cuerpo de la tabla:
 - 2.1 Filas y columnas: Encabece cada fila y cada columna e incluya las unidades de medida (por ejemplo, años, mmHg, mg/dl, tasas por 100.000 hab.).
 - 2.2 Totales: Muestre los totales de las filas y de las columnas. Si se muestran porcentajes hay que mostrar el total de ellos (siempre 100%).

3. Nota explicativa al pie de la tabla: Ocasionalmente es preciso ofrecer información complementaria que describa alguna característica de los datos presentados.
 - 3.1 Explique cualquier código, abreviatura o símbolo en una nota al pie de la tabla (por ejemplo: "Sífilis P y S" quiere decir "Sífilis primaria y secundaria").
 - 3.2 Anote cualquier exclusión en una nota al pie de tabla ("Se excluyeron de este análisis un caso y dos controles con historia familiar desconocida").

4. Fuente: Invariablemente se debe indicar en una nota al pie de la tabla de dónde provienen los datos.

Puede verse un ejemplo en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Distribución de los casos de gastroenteritis según edad, Centro de Salud A, mayo de 2015.

Edad (años)	Casos (No.)	Porcentaje %
< 1	63	36,4
1	55	31,8
2	25	14,4
3	14	8,1
4	5	2,9
5 y más	11	6,4
Total	173	100,0

Fuente: Registro de casos de gastroenteritis, Centro de salud A, 2015.

En una tabla se puede organizar cualquier información cuantitativa. Las tablas son útiles para demostrar patrones, excepciones a un patrón, diferencias y otras relaciones entre variables. Además, sirven como base para la preparación de figuras, que son más objetivas visualmente pero que pueden perder algunos detalles. Las tablas diseñadas para presentar los datos deben ser lo más simples posible; es más fácil entender tablas pequeñas, cada una enfocada a aspectos diferentes de los datos, que una sola que contenga muchos datos. Una tabla debe entenderse por sí misma; si se utiliza fuera de su contexto original, debe conservar la información necesaria para que el lector entienda los datos.

El siguiente listado corresponde a las edades en años de 120 personas afectadas por dengue durante la temporada de lluvias del 2013 en una isla del Caribe.

27	32	58	44	24	32	29	50
28	36	38	48	38	47	29	39
40	37	35	36	36	36	42	45
32	36	48	42	46	35	32	54
30	29	36	44	30	36	27	37
35	33	38	63	37	53	35	46
36	27	34	32	46	38	43	20
25	41	27	53	40	31	47	43
29	49	50	34	47	36	38	24
30	51	43	46	38	49	47	30
29	33	54	40	28	63	36	41
46	51	49	37	41	37	39	38
30	35	36	34	43	43	37	55
29	44	38	42	43	35	42	50
35	47	32	54	41	41	35	40

En esta serie, la edad mayor es 63 años y la menor es 20 años. Si se agrupan estas edades en clases, por intervalos de 4 años, se tendrán 11 grupos de edad, a los que se procede a asignar sus respectivas frecuencias ("paloteo"), como se muestra a continuación:

20 – 23 años	(un caso)
24 – 27 años	(7)
28 – 31 años	(14)
32 – 35 años	(19)
36 – 39 años	(27)
40 – 43 años	(19)
44 – 47 años	(14)
48 – 51 años	(10)
52 – 55 años	(6)
56 – 59 años	(1)
60 – 63 años	(2)

La figura anterior puede convertirse en una gráfica de tallo y hojas, donde el tallo es el primer dígito y las hojas el segundo dígito. Si se rota la gráfica 90° a la izquierda, es posible tener una idea de la forma de la distribución de los valores, lo cual es de utilidad

para verificar supuestos estadísticos de distribución normal de las variables, que es un requisito para seleccionar el tipo de pruebas estadísticas que serán utilizadas. Finalmente, se prepara la presentación tabular de esta información, a la que se denomina tabla resumen de frecuencias, útil porque presenta la distribución de la variable que se está observando.

Distribución: es el resumen completo de las frecuencias de los valores o categorías de la medición realizada. La distribución muestra cuántos o qué proporción del grupo se encuentran en un determinado valor o rango de valores dentro de todos los posibles que la medida cuantitativa puede tener.

La distribución del número de casos de la enfermedad según grupos de edad de la serie trabajada se presenta en la tabla 3.4. La distribución del número de casos (frecuencia absoluta) se acompaña del porcentaje de cada grupo (frecuencia relativa simple) y del porcentaje acumulado (frecuencia relativa acumulada), que suelen aportar información adicional útil. En este caso, el 22,5% de los casos correspondió a personas de 36 a 39 años de edad y más de la mitad de los casos (56,6%) tenía menos de 39 años.

Tabla 3.4 Distribución de casos de dengue por grupos de edad, Isla del Caribe, verano del 2013

Grupos de edad (en años)	Número de casos (Frecuencia absoluta)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
20 - 23	1	0,8	0,8
24 - 27	7	5,8	6,6
28 - 31	14	11,7	18,3
32 - 35	19	15,8	34,1
36 - 39	27	22,5	56,6
40 - 43	19	15,8	72,4
44 - 47	14	11,7	84,1
48 - 51	10	8,4	92,5
52 - 55	6	5,0	97,5
56 - 59	1	0,8	98,3
60 - 63	2	1,7	100,0
Total	120	100,0	

Fuente: Listado de casos de dengue, isla del Caribe, 2013

Tablas de contingencia o de 2x2

Desde el punto de vista epidemiológico la tabla más usada para el análisis de datos de variables categóricas es la tabla de contingencia o de 2x2. La tabla de 2x2 es también llamada de doble entrada. Esta es una herramienta fundamental para el análisis epidemiológico. Estas tablas están compuestas por filas (horizontales), para la información

de una variable y columnas (verticales) para la información de otra variable. Estas filas y columnas delimitan celdas donde se vacía la información de las frecuencias de cada combinación de las variables analizadas. En su expresión más elemental, las tablas tienen solo 2 filas y 2 columnas, de ahí el nombre de tablas de 2x2. Más adelante en este módulo se revisará su aplicación.

Tabla de 2x2: es una tabla de contingencia para variables categóricas. Una tabla con filas (horizontales) y columnas (verticales) en la cual la entrada en cada celda representa la frecuencia para cada resultado.

Tablas de salida

Aunque no se pueden analizar los datos antes de recolectarlos, hay que diseñar los métodos de análisis que se van a emplear con anticipación para facilitar el análisis cuando ya se hayan recolectado los datos. De hecho, la mayoría de los protocolos de investigación, que deben ser escritos antes de empezar el estudio, requieren una descripción de cómo se van a analizar los datos.

Como parte del plan de análisis, se debe desarrollar una tabla de salida para mostrar cómo se van a organizar y presentar los datos. Una tabla de salida es una tabla en blanco con títulos, encabezamientos y categorías, pero sin datos. Cuando se elabora una tabla de salida que contiene variables continuas, como edad, hay que crear más categorías de las que usualmente se requieren para poder visualizar cualquier comportamiento o patrón de los datos que sean de interés.

Lista de chequeo para la construcción de tablas

1. Título

- ¿Tiene la tabla un título?
- ¿Describe el título, el qué, cómo, cuándo y dónde (contenido: tema, tiempo, lugar y población)?
- ¿Está el título precedido por una designación "Tabla No. "? (" La tabla" se utiliza para presentar datos en filas y columnas).
- ¿Están numeradas secuencialmente las tablas presentadas? (por ejemplo, tabla 1).

2. Filas y columnas

- ¿Está cada fila y cada columna rotulada de forma clara y concisa?
- ¿Se muestran las unidades específicas de medida, (por ejemplo: años, mm Hg, mg/dl, tanto por 100.000, etc.)?
- ¿Son apropiadas las categorías para los datos?
- ¿Se proporcionan los totales de las filas y de las columnas?

3. Notas de pie de página

- ¿Están explicados todos los códigos, abreviaciones o símbolos?
- ¿Están anotadas todas las exclusiones?

4. Fuente.

- Si los datos no son originales, ¿se proporciona la fuente?

Representación gráfica de datos (figuras)

Una figura es una forma de mostrar los datos visualmente, usando un sistema de coordenadas o de otras escalas que hacen objetivas las variables. Es un tipo de "fotografía estadística" que ayuda a mostrar los patrones, las similitudes, las aberraciones y las diferencias de los datos; es una forma ideal para la presentación de éstos. El público recordará mejor los aspectos importantes de los datos cuando se presentan en una figura en vez de una tabla.

En epidemiología, es habitual usar una figura (gráfico de datos) de coordenadas en ángulo recto que consta de dos ejes lineales, uno horizontal X o abscisas, y uno vertical Y u ordenadas. En general, se usa el eje horizontal para representar los valores de la variable independiente (X), que es el método de clasificación, por ejemplo: tiempo. El eje vertical se usa para mostrar la variable dependiente (Y), normalmente es una medida de frecuencia, como el número de casos o la tasa de una enfermedad. Se encabeza cada eje para mostrar lo que se representa (tanto el nombre de la variable como sus unidades) y se pone la escala de medida a lo largo de ambas líneas X y Y.

Elaboración de una figura (gráfico de datos)

Para crear una figura (gráfico de datos) que se entienda por sí misma, se deben atender las siguientes recomendaciones:

1. Título, use un título claro y conciso que describa los siguientes aspectos:
 - 1.1 Numeración. Inicie el título de la figura (gráfico de datos) con un número (por ejemplo, Figura No.__).
 - 1.2 Qué. Describa las variables que se ilustran en la figura (gráfico de datos).
 - 1.3 Cómo. De qué manera están expresadas las variables.
 - 1.4 Dónde. A qué lugar corresponde la obtención de las variables descritas.
 - 1.5 Cuándo. A qué período de tiempo se refieren los datos de las variables.

2. Cuerpo de la figura (gráfico de datos):
 - 2.1 Imágenes: Expresión objetiva de los datos de acuerdo al formato adecuado que ha sido seleccionado según características de los datos representados.

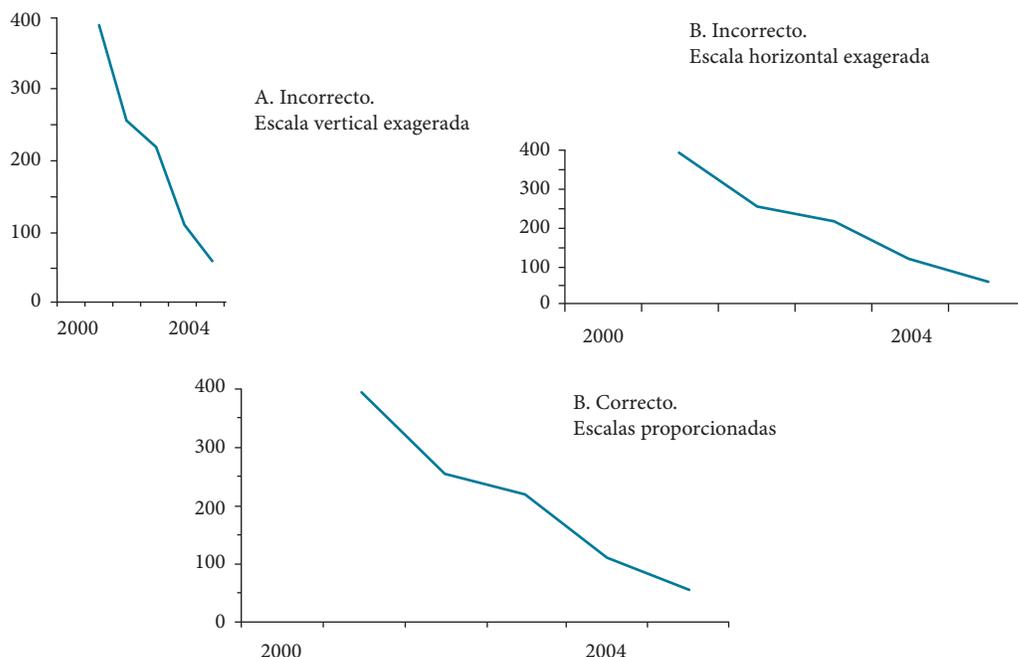
3. Nota explicativa al pie de la figura: Ocasionalmente es preciso ofrecer información complementaria que describe alguna característica de los datos representados.
 - 3.1 Explique cualquier código, abreviatura o símbolo en una nota de pie de figura, (por ejemplo, "PCR" quiere decir "Reacción en cadena de la polimerasa" o "PFA" quiere decir "Parálisis flácida aguda").
 - 3.2 Anote cualquier información complementaria que se considere necesaria en una nota al pie de la figura ("Número de casos 36. $p > = 0,05$ ").

4. Fuente: Invariablemente se debe indicar en una nota al pie de figura de donde provienen los datos (Anote la fuente de los datos, si no son originales).

Aunque no existe una regla explícita sobre la proporcionalidad entre las escalas de un gráfico, se recomienda que la razón entre la escala horizontal respecto de la vertical se aproxime a 1,6:1 (la clásica "razón de oro"). Algunas veces el rango 1,2 a 2,2 se da como referencia apropiada para la razón entre el eje horizontal respecto del eje vertical.

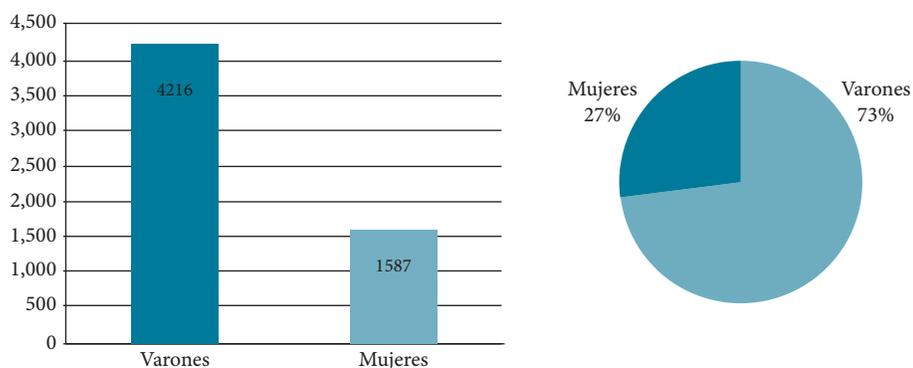
Es importante mantener la proporción de las escalas del gráfico, ya que de otra manera éste puede producir impresiones erróneas (figura 3.1, A, B, C). Evite usar gráficos en tercera dimensión, ya que visualmente se distorsiona el valor de la variable.

Figura 3.1 Efecto de las dimensiones de las escalas en los gráficos



La distribución de variables cualitativas así como las cuantitativas discretas se suelen representar gráficamente por medio de diagramas de barras o bien por gráficos de sectores, ya sea como frecuencias absolutas o relativas, como se muestra en la figura 3.2

Figura 3.2 Distribución de muertes por suicidio según sexo, lugar X, 2014



Fuente: Registro de muertes por suicidio, lugar X

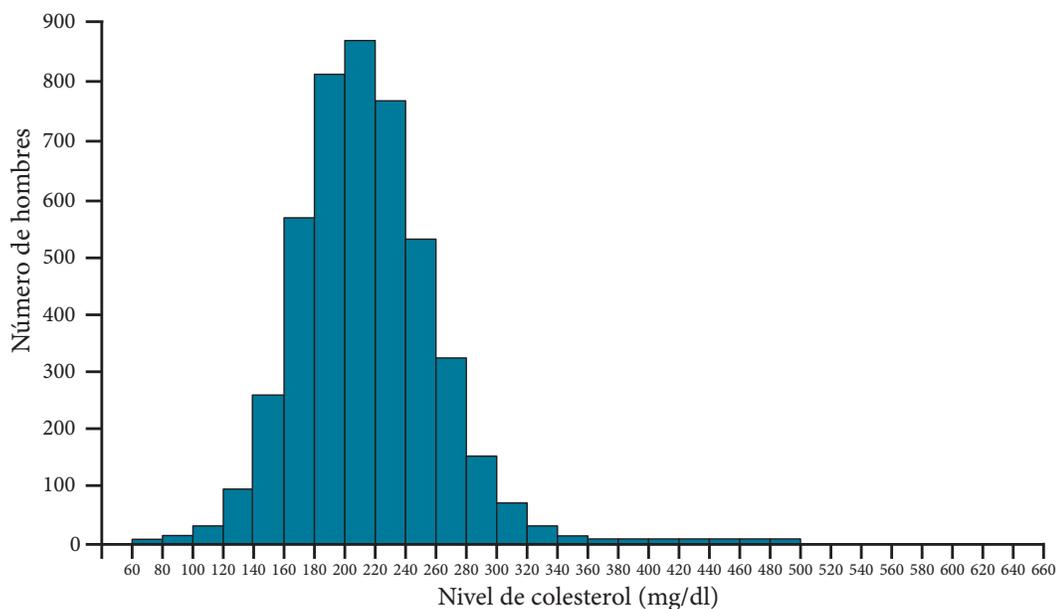
Las variables cuantitativas continuas se representan gráficamente por medio de histogramas y polígonos de frecuencia. Un histograma es la gráfica de la distribución de frecuencias de una variable continua, en la cual se usan columnas adyacentes para representar el número de observaciones para cada intervalo de clase en la distribución. El área de cada columna es proporcional al número de observaciones en ese intervalo.

Dado que el tamaño de todos los intervalos de clase es igual, la altura de la columna es proporcional al número de observaciones. No se recomienda usar histogramas con intervalos de clase de tamaños diferentes, porque son difíciles de construir e interpretar. Tampoco se debe interrumpir la escala en el eje de las Y, porque distorsiona la presentación de las frecuencias relativas.

La variable mostrada con más frecuencia en el eje de las X es el tiempo. Sin embargo, se pueden usar otras variables continuas, como el colesterol o la presión arterial en el eje de las X. La figura 3.3 muestra un histograma de la frecuencia de las observaciones por intervalos de clase del nivel de colesterol.

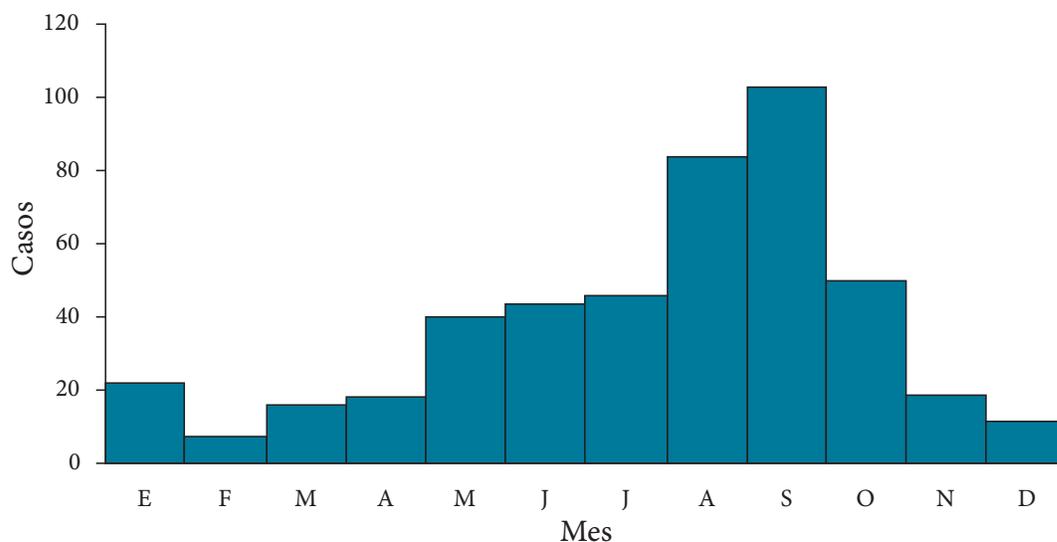
En la figura 3.4 puede verse otro histograma donde la categoría meses de la variable tiempo, una variable continua, se representan en el eje X y el número de casos de giardiasis notificados, en el eje Y. La altura de cada barra representa la frecuencia absoluta de casos (puede ser también la frecuencia relativa) en cada una de las categorías de la variable tiempo, llamadas también intervalos de clase. Note que los intervalos de clase deben ser de igual tamaño.

Figura 3.3 Niveles de colesterol del estudio de salud en hombres, Estados Unidos, 2007-2009 (4.462 individuos)



Fuente: Estudio de salud en hombres, Estados Unidos

Figura 3.4 Casos notificados de giardiasis por mes, lugar X, 2015
(total de casos notificados = 460)



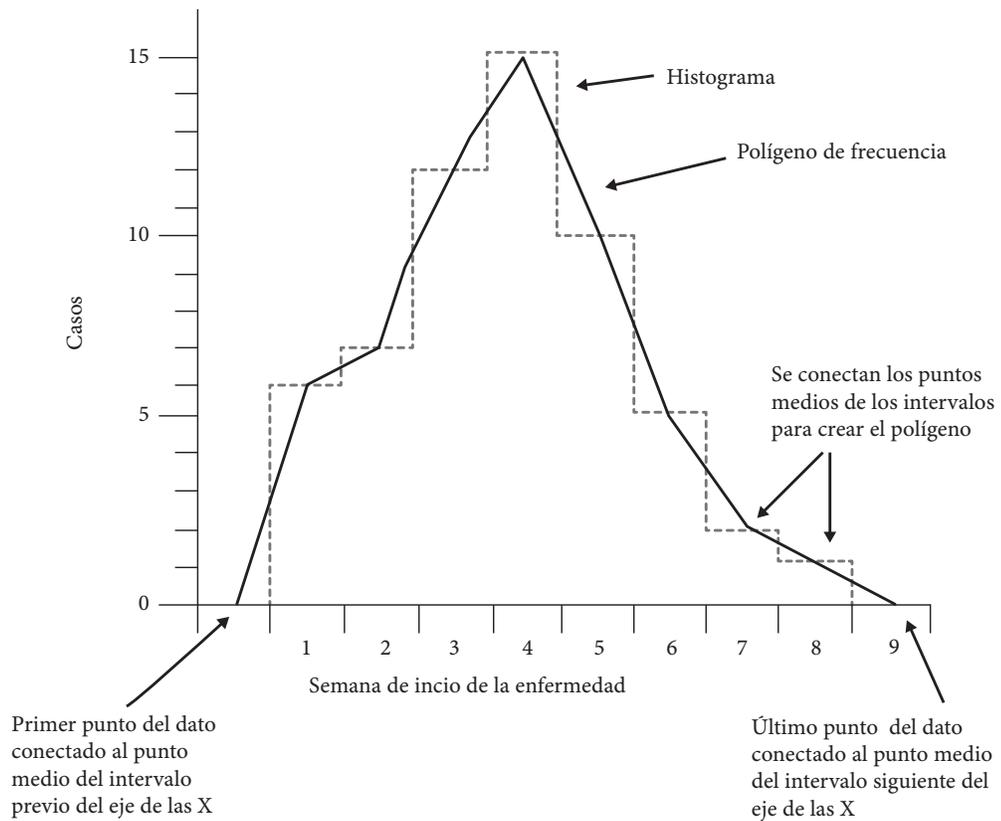
Fuente: Registro de casos de giardiasis, lugar X.

Un polígono de frecuencias, al igual que un histograma, es una gráfica de distribución de frecuencias, en el cual se traza el número de observaciones contra los intervalos del eje de las X con puntos individuales en la mitad de los intervalos y, luego, se conectan los puntos con una línea recta. La figura 3.5 muestra un ejemplo de un polígono de frecuencias sobre la línea externa de un histograma de los mismos datos. De rutina, no se deben mostrar los dos en una sola gráfica, en este caso se muestra sólo con fines didácticos. Un polígono de frecuencia de una serie de datos debe incluir la misma área que un histograma con los mismos datos (figura 3.6).

Los polígonos de frecuencias ayudan a mostrar y comparar dos o más distribuciones en la misma serie de ejes y es particularmente útil para visualizar la forma y simetría de una distribución de datos.

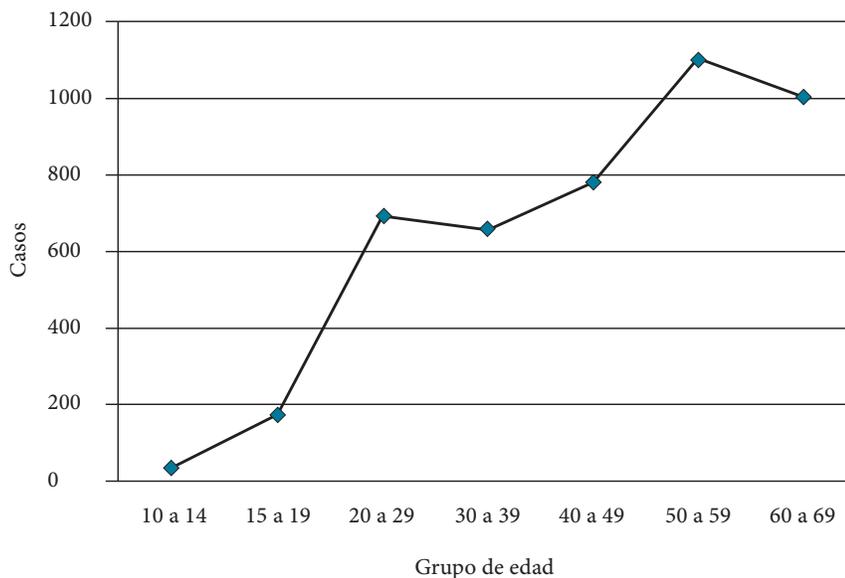
Una variante del polígono de frecuencias es la llamada "ojiva porcentual", que es un polígono de frecuencias relativas acumuladas. Cada punto de este polígono representa el porcentaje acumulado de casos en cada intervalo de clase y, por tanto, va de cero a 100%. La ojiva porcentual permite identificar de manera gráfica el valor correspondiente a la mediana (50%) de la distribución (figura 3.7).

Figura 3.5 Casos notificados de influenza, por semana epidemiológica, lugar X, 2015



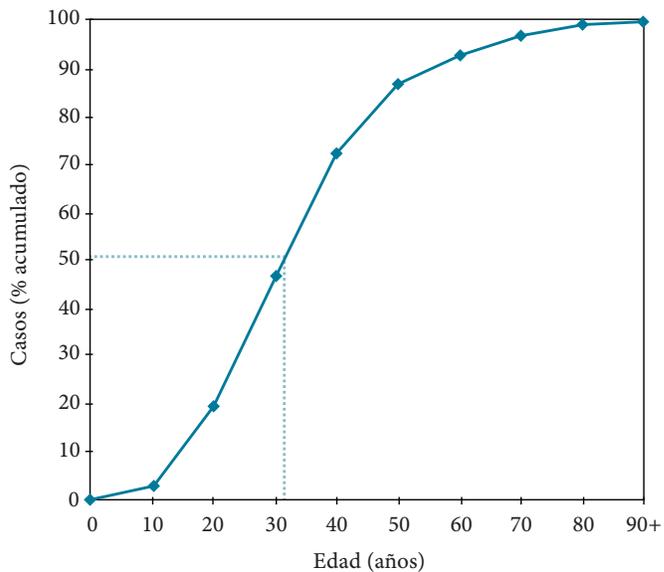
Fuente: Registro de casos de influenza, lugar X.

Figura 3.6 Casos de suicidio por grupo de edad, lugar X, 2000 – 2010



Fuente: Registro de mortalidad, lugar X.

Figura 3.7 Casos de tuberculosis por edad, lugar Z, 2015



Fuente: Registro de casos de tuberculosis, lugar Z.

El siguiente esquema resume los tipos básicos de gráfico más apropiados según cada tipo de variable.

Tipo de variable	Tipo de gráfico
Nominal	Diagrama de barras Gráfico de sectores
Ordinal	Diagrama de barras (*) Gráfico de sectores
De intervalo	Diagrama de barras (*) Histograma Gráfico de sectores (**) Polígonos de frecuencias (simples y acumuladas)
De razón	Diagrama de barras (*) Histograma Gráfico de sectores (**) Polígonos de frecuencias (simples y acumuladas)

(*) Mantiene el orden de las categorías

(**) Se expresa en variables discretas o categorizadas

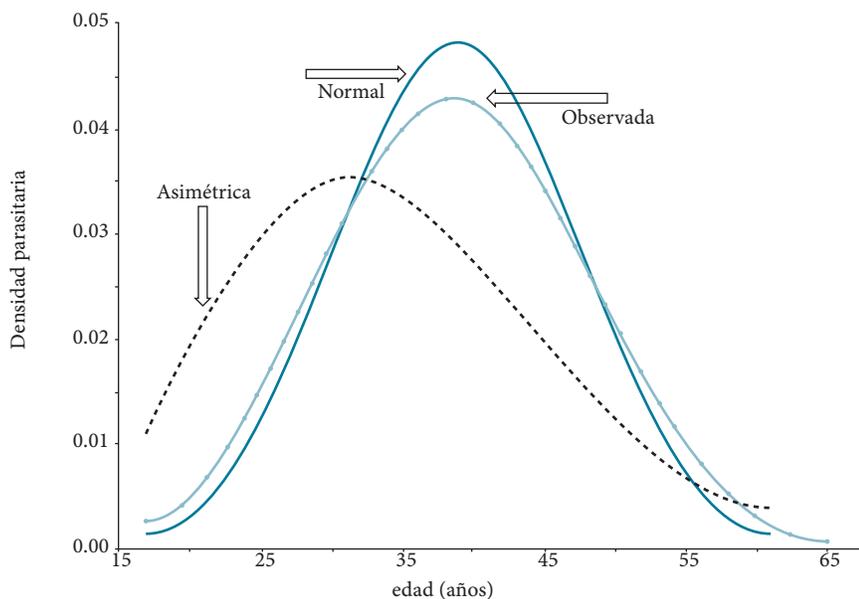
Una forma de presentación gráfica del comportamiento histórico de una enfermedad y los límites de variabilidad esperados sobre su ocurrencia en el futuro se denomina corredor o canal endémico. Esta herramienta de la vigilancia se presenta en el módulo 4, la cual utiliza polígonos de frecuencia y permite visualizar el comportamiento secular (en el tiempo) de las enfermedades en un territorio determinado y orientar la decisión sobre la necesidad de desencadenar acciones de prevención y control.

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Muchas veces es necesario utilizar un valor resumen que represente la serie de valores en su conjunto, es decir, su distribución. Para los datos de variables cuantitativas hay medidas que resumen su tendencia hacia un valor medio, que se conocen como medidas de tendencia central.

Las medidas de tendencia central son la moda, la mediana y la media o promedio. La selección de las medidas depende del tipo de datos y propósitos. Los valores de muchas variables biológicas, como la talla, se distribuyen de manera simétrica. Otras variables, como la mortalidad y la tasa de ataque en una epidemia, tienen distribución asimétrica. Para distribuciones normales (ejemplo de distribución simétrica), la media, la mediana y la moda son idénticas. Para distribuciones asimétricas, la mediana representa mejor al conjunto de datos, aunque la media tiene mejores propiedades para el análisis estadístico y pruebas de significancia. La figura 3.8 ilustra estas distribuciones.

Figura 3.8 Distribuciones normal, observada y asimétrica de la densidad parasitaria según la edad



Para indicar que, por ejemplo, la rubéola tiene un período de incubación de 15 a 21 días (generalmente 18 días), fue necesario observar una gran cantidad de casos, desde el primer contacto de una persona sana con un enfermo hasta la aparición de los signos y síntomas y medir este período en días. La diferencia entre el límite inferior

(15 días) y el superior (21 días) se conoce como rango y se considera, junto con la desviación estándar y la varianza, una medida de dispersión de los datos, como se verá más adelante. La tabla 3.5 presenta el período de incubación de la rubéola, en días, observado en 11 niños, a esta forma de listar los datos se le denomina serie simple de datos.

Tabla 3.5 Período de incubación de la rubéola observado en 11 niños, en la localidad San José el Alto en 2015

Niño 1	-	19 días
Niño 2	-	16 días
Niño 3	-	37 días
Niño 4	-	15 días
Niño 5	-	16 días
Niño 6	-	32 días
Niño 7	-	15 días
Niño 8	-	16 días
Niño 9	-	20 días
Niño 10	-	16 días
Niño 11	-	15 días

Fuente: Hospital San Juan de Dios. San José el Alto.

El valor más frecuente, o sea el que más se repite, se denomina modo o moda. En el ejemplo anterior, se puede observar que el período de incubación más frecuente fue el de 16 días (en 4 niños). Este valor puede ser utilizado para representar el período de incubación en este grupo; por ejemplo: “el período de incubación de rubéola más frecuente es de 16 días”.

Si se ordenan los valores en forma ascendente, como en el siguiente ejemplo:

(4) (7) (11) (2) (5) (8) (10) (1) (9) (6) (3)
15, 15, 15, 16, 16, 16, 16, 19, 20, 32, 37

se puede observar que el sexto valor, o sea el que se encuentra en medio de la serie, también es de 16 días. Este valor que ocupa la posición central de una serie ascendente o descendente se denomina mediana y divide la serie en 50% de las observaciones hacia arriba y 50% hacia abajo. Esta medida también es útil y puede ser empleada para representar la tendencia central del conjunto de datos, sobre todo cuando no es conveniente usar la media debido a la presencia de valores extremos o cuando la distribución es asimétrica, como en una curva epidémica.

Si la serie de observaciones no es impar y se tiene un número par de valores, como por ejemplo:

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10)
5, 15, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 32, 37

se puede constatar que en esta serie no hay un valor central. Para calcular la mediana se suman los dos valores centrales (en el caso, 17 y 18) y se divide el resultado entre dos:

$$\frac{17 + 18}{2} = \frac{35}{2} = 17,5 \text{ días}$$

La media o promedio aritmético (\bar{x}) también es muy útil y se obtiene sumando los valores de todas las observaciones y dividiendo el resultado entre el número de observaciones. En nuestro ejemplo, es la suma de todos los valores de los períodos de incubación dividida entre el número de niños observados.

$$\frac{15 + 15 + 15 + 16 + 16 + 16 + 16 + 19 + 20 + 32 + 37}{11} = \frac{217}{11} = 19,7 \text{ días}$$

El promedio de 19,7 días es mayor que los valores de la moda y de la mediana ya que, como toma en cuenta los valores de todos los casos, se ve afectado por la influencia de los casos con 32 y 37 días de incubación, que son valores extremos.

En muchas ocasiones los datos están disponibles como distribución de frecuencias, en cuyo caso la serie se presentaría de la manera siguiente:

Período de incubación (días)	Casos (número)
15	3
16	4
19	1
20	1
32	1
37	1

El cálculo de la media de estos datos se haría así:

$$3(15)+4(16)+1(19)+1(20)+1(32)+1(37) = 45+64+19+20+32+37 = 217/11 = 19,7 \text{ días}$$

Las medidas de tendencia central son de gran utilidad también para comparar grupos de valores. Por ejemplo, de las personas que participaron en un paseo, un grupo se enfermó después de la comida y otro grupo no presentó ningún síntoma. Las

edades de las personas en los dos grupos fueron las siguientes:

enfermos: 8, 12, 17, 7, 9, 11, 6, 3 y 13

sanos: 19, 33, 7, 26, 21, 36, 33 y 24

Los promedios aritméticos calculados fueron:

$$\text{enfermos} = \frac{8 + 12 + 17 + 7 + 9 + 11 + 6 + 3 + 13}{9} = 10 \text{ años}$$

$$\text{sanos} = \frac{19 + 33 + 7 + 26 + 21 + 36 + 33 + 24}{8} = 25 \text{ años}$$

Por lo tanto la enfermedad afectó más a los niños que a los adultos. Los niños eran más susceptibles o se expusieron más (consumieron mayor cantidad del alimento contaminado).

Series agrupadas

Cuando se tienen muchos datos se requiere agruparlos, para ello se construyen intervalos, que pueden contener igual o diferente número de unidades y a ellos se asignan los datos observados. Tenemos entonces una serie de datos agrupados como en la tabla 3.6.

Tabla 3.6 Casos de suicidio, lugar X, 2000 - 2010

Edad (años)	Casos (f_i)
10 a 14	37
15 a 19	176
20 a 29	693
30 a 39	659
40 a 49	784
50 a 59	1.103
60 a 69	1.005
Total	4.457

NOTA:

1. (f_i) es = frecuencia de casos

2. Aunque se dijo antes que los intervalos de clase deberían ser uniformes existen excepciones como se muestra en esta tabla debido a que existe interés en conocer los suicidios en niños y adolescentes.

Cuando nuestros datos sobre una variable continua están agrupados (categorizados) también podemos calcular una media y mediana aproximadas. Para estimar la media se debe construir una columna con los puntos medios (x_i) de cada intervalo de clase de la variable y otra ($f_i x_i$) resultado de multiplicar el valor de cada punto medio (x_i) por el número de casos (f_i) del intervalo correspondiente (tabla 3.7). La suma de estos productos ($\sum f_i x_i$) dividida entre la suma de casos ($\sum f_i$) nos da una aceptable aproximación a la media.

Para calcular el punto medio (x_i) de cada intervalo de clase de la variable se obtiene la media del intervalo, así se suman el límite inferior y superior del intervalo y se divide entre dos, por ejemplo en la tabla 3.7 el primer intervalo es de 10 a 14 años ($10+14,9/2 = 12,5$); note que se utiliza 14,9 por ser el límite superior real del intervalo. Los puntos medios de los siguientes intervalos de clase se calculan de manera similar.

Tabla 3.7 Casos de suicidio, lugar X, 1995-2000

Edad (años)	Casos (f_i)	Punto medio (x_i)	$f_i x_i$	Casos acumulados (f_i IPM)
10 a 14	37	12,5	462,5	37
15 a 19	176	17,5	3.080,0	213
20 a 29	693	25,0	17.325,0	906
30 a 39	659	35,0	23.065,0	1.565
40 a 49	784	45,0	35.280,0	2.349
50 a 59	1.103	55,0	60.665,0	3.452
60 a 69	1.005	65,0	65.325,0	4.457
Total	$\sum f_i$, 4.457		$\sum f_i x_i$, 205.202,5	

En este ejemplo, la aproximación a la media sería:

$$\bar{X} = \frac{\sum f_i x_i}{\sum f_i} = \frac{205.202,5}{4.457} \approx 46,0 \text{ años}$$

Mientras que si se utiliza en el cálculo los 4.457 casos, uno a uno, se obtendrá una media de 45,7 años de edad.

También se puede estimar la mediana a partir de datos agrupados en un cuadro de frecuencias. Para ello se tendrá que construir una columna de "casos acumulados", como la que se presenta en la tabla 3.7, que se obtiene a partir de la columna de "casos". La primera celda corresponde a los casos de 10 a 14 años (37), la segunda se obtiene sumando a esos 37, los casos de 15 a 19 años (176) y así sucesivamente, hasta completar la última celda, cuyo valor tiene que coincidir con el total de casos (4.457). Una vez construida la columna de frecuencias acumuladas podemos aproximar la mediana de la edad mediante el siguiente proceso de cálculo: primero, localizar

el intervalo de clase que contiene la posición de la mediana (PM); es decir:

$$PM = \frac{(\sum f_i) + 1}{2} = \frac{4.457 + 1}{2} \approx 2.229$$

En la columna de casos acumulados el caso N° 2.229 está situado en el intervalo de edad de 40 a 49 años.

Después de obtener la posición de la mediana, se estima la mediana por interpolación; es decir:

$$\text{mediana} = Li + \left[\frac{PM - f_i IPM}{f_i PM} \right] (AIPM)$$

en donde:

- Li = Límite inferior del intervalo de la posición de la mediana
- PM = Posición de la mediana
- $f_i IPM$ = Frecuencia acumulada del intervalo anterior a la posición de la mediana
- $f_i PM$ = Frecuencia de la posición de la mediana
- $A IPM$ = Amplitud del intervalo de la posición de la mediana

$$\text{mediana} = 40,0 + \left[\frac{2.229 - 1.565}{784} \right] (10) = 40,0 + 8,45 \approx 48,46 \text{ años}$$

en donde:

- 2.229 = caso situado en el punto medio de la serie
- 1.565 = casos acumulados en el intervalo anterior al que contiene el caso 2.229
- 784 = casos del intervalo que contiene la mediana
- 10 = amplitud del intervalo

Se calcula la mediana de edad de esta serie a partir de los 4.457 casos de suicidio *individualmente*, ésta sería 48 años de edad.

Un paquete estadístico de apoyo para el aprendizaje de la bioestadística lo encontrará en el enlace que se menciona a continuación:

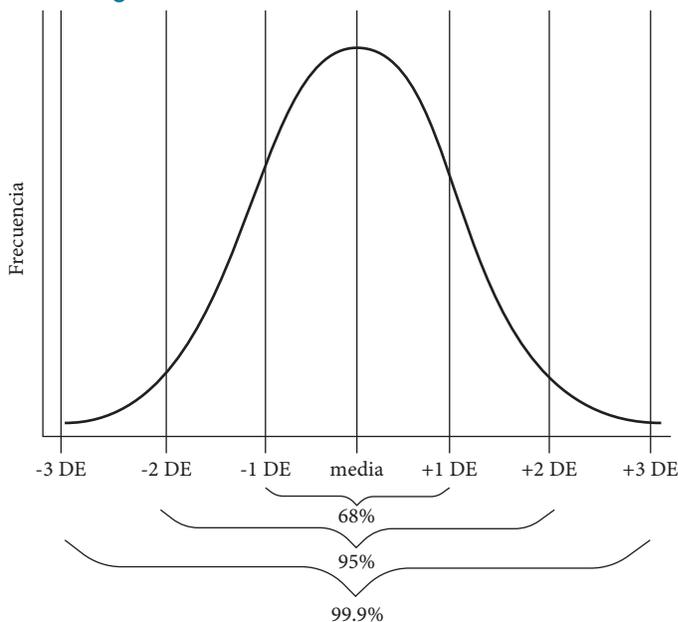
<http://www1.paho.org/Spanish/DD/AIS/biostatisticas.htm>

MEDIDAS DE DISPERSIÓN

Estas medidas representan la dispersión o variabilidad de los datos continuos. Para las variables cuantitativas las medidas de dispersión más usadas son: el rango o amplitud, la varianza y la desviación estándar. El rango o amplitud es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de una serie de datos. La varianza (s^2), que mide la desviación promedio de los valores individuales con respecto a la media, es el cociente entre la suma de los cuadrados de la diferencia entre cada valor y el promedio, y el número de valores observados menos 1. La desviación estándar (DE) es la raíz cuadrada de la varianza.

La desviación estándar junto con la media permiten describir la distribución de la variable. Si la variable se distribuye normalmente, entonces el 68% de sus valores estará dentro de ± 1 DE de la media, 95% dentro de ± 2 DE y 99,9% dentro de ± 3 DE (figura 3.9). (Es necesario notar que se trata de aproximaciones, ya que, por ejemplo, el área bajo la curva que abarca 95% no es exactamente 2 desviaciones, sino 1,96).

Figura 3.9 Curva de la distribución normal



Si se usa como ejemplo la tabla 3.5, el rango del período de incubación de la rubéola, con base en las 11 observaciones, es de 22 días (de 15 a 37 días). La varianza (S^2) sería:

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$\text{varianza } (S^2) = \frac{(15 - 19,7)^2 + (15 - 19,7)^2 + \dots + (16 - 19,7)^2 + \dots + (32 - 19,7)^2 + (37 - 19,7)^2}{11 - 1}$$

$$\text{varianza } (S^2) = \frac{572,19}{10} = 57,219 \text{ días}$$

y la desviación estándar sería:

$$\text{desviación estándar } (DE) = \sqrt{S^2}$$

$$\text{desviación estándar } (DE) = \sqrt{57,219} = \pm 7,56 \text{ días}$$

En resumen, los estimadores de los parámetros de la distribución del período de incubación de la rubéola en los 11 niños del ejemplo serían:

$$\text{Media } (\bar{x}) = 19,7 \text{ días}$$

$$\text{Desviación estándar } (DE) = \pm 7,6 \text{ días}$$

Cuando los datos sobre una variable continua están agrupados, también se pueden calcular la varianza y la correspondiente desviación estándar aproximadas. Para ello, al igual que para estimar la media en datos agrupados, se parte de la columna con los puntos medios (x_i) de cada intervalo de clase. Luego se generan tres columnas: una con las diferencias entre el punto medio de cada intervalo de clase y la media de nuestros datos ($x_i - \bar{x}$) llamada desviación; otra con esta desviación elevada al cuadrado ($x_i - \bar{x}$)² llamada desviación cuadrática y, finalmente, otra columna ($f_i (x_i - \bar{x})^2$), resultado de multiplicar la desviación cuadrática por el número de casos (f_i) del intervalo correspondiente (tabla 3.7). La suma de todos estos productos ($\sum f_i (x_i - \bar{x})^2$) dividida entre la suma de casos ($\sum f_i$) da una razonable aproximación a la varianza. Extrayendo su raíz cuadrada se obtendrá un estimado aceptable de la desviación estándar de los datos agrupados.

Tabla 3.8 Casos de suicidio, lugar X, 2010-2015

Edad (años)	Casos (f_i)	Punto medio (x_i)	Desviación ($x_i - \bar{x}$)	Desviación cuadrática ($x_i - \bar{x}$) ²	Producto ($f_i (x_i - \bar{x})^2$)
10 a 14	37	12,5	-33,5	1.122,25	41.523,25
15 a 19	176	17,5	-28,5	812,25	142.956,00
20 a 29	693	25,0	-21,0	441,00	305.613,00
30 a 39	659	35,0	-11,0	121,00	79.739,00
40 a 49	784	45,0	- 1,0	1,00	784,00
50 a 59	1.103	55,0	9,0	81,00	89.343,00
60 a 69	1.005	65,0	19,0	361,00	362.805,00
Total	Σf_i 4.457				$\Sigma=1.022.763,25$

Media (\bar{x}) = 46,0 años

En este ejemplo, la aproximación a la varianza (S^2) es:

$$S^2 = \frac{\sum f_i(x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{1.022.763,25}{4.456} \approx 229,52$$

y la correspondiente desviación estándar (DE) para datos agrupados es:

$$DE = \sqrt{229,52} \approx \pm 15,2 \text{ años}$$

mientras que si se utilizara en el cálculo los 4.457 casos, uno a uno, se obtendrá una desviación estándar de $\pm 15,3$ años de edad.

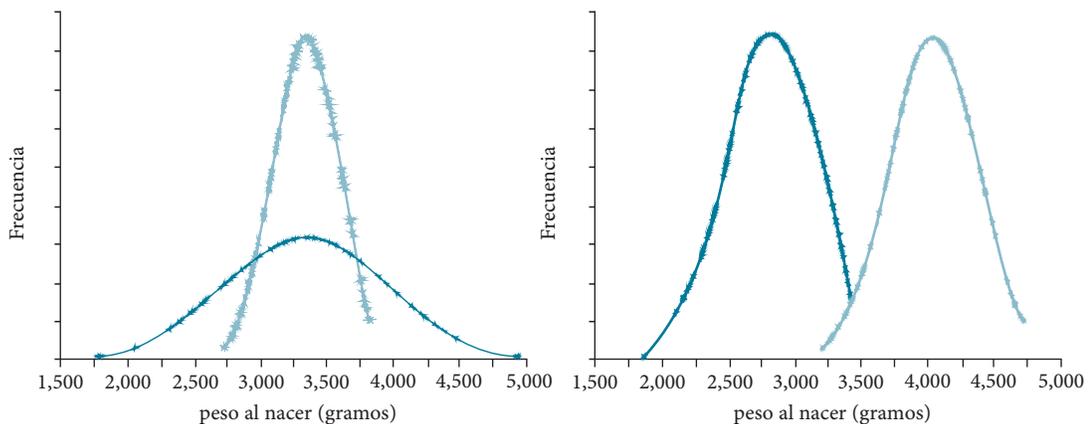
El cálculo de las medidas de tendencia central y de dispersión pueden hacerse utilizando el programa EpiInfo.

Finalmente, otra forma útil de representar la dispersión de la distribución de una serie de datos es usando cuantiles, que son los valores que ocupan una determinada posición en función de la cantidad de partes iguales en que se ha dividido una serie ordenada de datos. Si se divide la serie en 100 partes iguales, son percentiles; si se divide en 10 partes iguales son *deciles*; en cinco partes, *quintiles*; y en cuatro, *cuartiles*.

La mediana de la distribución corresponde al percentil 50 (o cuartil 2). La diferencia entre los percentiles 25 y 75 (o cuartiles 1 y 3, respectivamente) se conoce como rango intercuartil, que es otra medida específica de dispersión de una distribución. El rango intercuartil, que incluye el 50% central de valores en la serie de datos, es una medida muy aplicada en vigilancia en salud pública (módulo 4), en especial para la elaboración de canales endémicos.

Los *parámetros* de la distribución normal son el promedio y la desviación estándar. El promedio, como medida resumen de tendencia central de los datos, es un indicador de la *precisión* de las observaciones. Por su parte, la desviación estándar, como medida resumen de la dispersión de los datos, es un indicador de la *variación* de las observaciones. Estos dos conceptos, precisión y variación, son de gran importancia para documentar la *incertidumbre* con la que observamos los fenómenos en la población y constituyen los principios básicos del proceso de *inferencia estadística*, cuyo uso nos permite derivar conclusiones acerca de toda la población observando solamente una muestra de la misma. La figura 3.10 ilustra esquemáticamente dos situaciones posibles y frecuentes con relación a la distribución del peso al nacer en la población (Bortman, 1998).

Figura 3.10 Curvas teóricas de distribución normal del peso al nacer



A. Misma precisión, diferente variación
(igual promedio, distinta desviación
estándar)

B. Misma variación, diferente precisión
(diferente promedio, igual desviación
estándar)

Una vez que se ha revisado la forma de presentación de los datos, las medidas de tendencia central y de dispersión de los mismos, se continúa con el estudio de las distintas distribuciones o modelos teóricos. El más conocido de ellos es la llamada *curva de la distribución normal* (figura 3.9). Existen otros modelos teóricos que tienen aplicación en epidemiología y salud pública, pero que van más allá de los objetivos de los MOPECE.

La distribución normal queda definida por 4 elementos característicos:

- 1.- Tiene un eje de simetría.
- 2.- La media, la mediana y la moda coinciden en el mismo valor por el cual pasa el eje de simetría.
- 3.- La distancia entre el eje de simetría y los puntos de inflexión de la curva equivale a la desviación estándar.
- 4.- Es asintótica al no tocar el eje de las "x" (abscisas).

MEDIDAS DE FRECUENCIA

En el Módulo 2 de los MOPECE se explicó que el enfoque epidemiológico parte de la observación de eventos en la población. Estos eventos son la presencia de enfermedad, la exposición a determinados factores, u otros atributos de interés. Son “de interés” porque al actuar sobre ellos, se puede modificar en forma positiva la realidad observada. El segundo aspecto del enfoque epidemiológico es la cuantificación, es decir, asignar valores a los eventos y para ello usamos procedimientos estadísticos básicos como los descritos hasta ahora en este módulo. Así, medir la frecuencia u *ocurrencia* de tales eventos en la población es una tarea fundamental.

Para medir la frecuencia de enfermedad en la población, en epidemiología se recurre a conceptos importantes como: razón, proporción, porcentaje, probabilidad, riesgo y tasa.

Razón: los componentes de una razón son el numerador y el denominador, donde los valores corresponden a dos poblaciones distintas. Los valores no se encuentran incluidos uno en el otro.

La razón es una combinación de dos números que muestran su tamaño relativo. Un ejemplo es la razón hombre:mujer de casos de VIH, donde el numerador es el total de casos de VIH en hombres y el denominador es el total de casos de VIH en mujeres. De tal manera que si se tienen 200 casos en hombres y 50 en mujeres, la razón es de 4:1.

Proporción: es un cociente en el que el numerador está incluido en el denominador. Es una parte del todo expresada como una fracción decimal. Una proporción debe estar en el rango de 0,0 a 1,0.

La proporción se calcula dividiendo el número de sujetos que tienen una característica entre el total del número de sujetos. Usando el mismo ejemplo anterior, la proporción de casos de VIH en hombres es: $200/250$, lo que es igual a 0,8.

Porcentaje: es una proporción en la cual el denominador es 100. Este porcentaje toma valores entre 0 y 100 y se expresa usando el signo %.

El porcentaje es una parte en cien; una parte de un todo que se ha dividido en cien partes. Si una proporción se multiplica por cien se obtiene un porcentaje. Usando el mismo ejemplo de la proporción de casos de VIH en hombres que es: 0,8 multiplicado por 100 es igual a 80%.

La probabilidad es una medida de ocurrencia de un hecho incierto, o sea, el número de veces que se espera ocurra un evento a futuro. El riesgo a la salud es una medida que refleja la *probabilidad* de que se produzca un efecto o daño a la salud dentro de un periodo de tiempo establecido. La tasa es una medida de la rapidez de cambio de un estado a otro estado (por ejemplo: de sano a enfermo) y, por tanto, también expresa un *riesgo*. Sin embargo, a diferencia del riesgo, la tasa involucra la experiencia de exposición de la población en unidades efectivas de tiempo-persona (Rosner, 2011).

Probabilidad: límite de la frecuencia relativa de un evento en una secuencia de N ensayos aleatorios, N se acerca al infinito. Número de eventos que ocurren dentro de un número de eventos posibles.

La probabilidad es medible y su valor oscila entre 0 —nunca ocurre— y 1 —siempre ocurre. Por conveniencia se puede expresar como un número decimal, una fracción o un porcentaje. Por ejemplo: un valor del 0,25 indicaría que puede ocurrir en 1 de cada 4 ocasiones, mientras que en 3 de ellas probablemente no ocurra, expresado en porcentaje es 25%.

Riesgo: es la probabilidad de que ocurra un efecto adverso o beneficioso en una población definida en un tiempo determinado.

El riesgo es también medible y se obtiene a partir de un cociente o fracción. En sentido estricto, al igual que la probabilidad, su valor se situaría entre 0 y 1. Se suele expresar como un valor de la fracción multiplicado por una constante.

Tasa: es la medida de la frecuencia en que ocurre un fenómeno en una población definida y tiempo específico (tiempo-persona de exposición).

La tasa es la medida clásica de la epidemiología. Tiene 3 componentes básicos:

- un *numerador*, que corresponde al número de individuos que experimenta el evento de interés (por ejemplo: muerte, enfermedad, nacimiento, ingreso hospitalario);
- un *denominador*, que corresponde al número total de individuos en la población expuestos o en riesgo de presentar el evento; y,
- un *período de tiempo específico*, durante el cual se observa la frecuencia del evento de interés en la población que ha estado expuesta.

De ahí que la tasa pueda asumir un valor de 0 a infinito y se expresa en número de eventos que ocurren en un tiempo-persona de exposición, que es la característica fundamental de la tasa.

Como se puede apreciar, la tasa combina en una sola expresión las tres dimensiones básicas del análisis epidemiológico: tiempo, lugar y persona. Aplicada correctamente, la tasa no solamente es una medida de frecuencia de enfermedad en la población, sino una medida del riesgo de enfermar en la población. De esta forma, al emplear tasas podríamos comparar la frecuencia y el riesgo de enfermar en diferentes poblaciones, diferentes subgrupos de la misma población o diferentes períodos de tiempo en la misma población.

Medidas de morbilidad

Para la cuantificación de las condiciones de salud y enfermedad en la población, resulta imprescindible el uso de indicadores que son expresiones matemáticas que denotan la presencia de una condición y facilitan su descripción y análisis. Se considera que estos estimadores son *convencionales*, pues el consenso científico-técnico y la práctica avalan su utilidad como herramientas relevantes para la interpretación de los perfiles de enfermedad en la población, con fines comparativos.

Un indicador es una especificación de cómo reconocer o medir un concepto. Por ejemplo: el coeficiente de inteligencia puede ser tomado como un indicador del concepto inteligencia (Vogt, 2011).

Los indicadores de desempeño constituyen una herramienta que entrega información cuantitativa respecto del logro o resultado de los objetivos institucionales para la toma de decisiones (CEPAL, 2006). En términos generales, los indicadores de salud representan medidas-resumen que capturan información relevante sobre distintos atributos y dimensiones del estado de salud y del desempeño del sistema de salud y que, vistos en conjunto, intentan reflejar la situación sanitaria de una población y sirven para vigilarla. (OPS/OMS, 2001).

Las instituciones deben expresar en sus planes de acción y programas sus objetivos y resultados esperados y la forma de medirlos a través de indicadores. Los indicadores son definidos para los insumos, procesos y resultados, es importante seleccionar adecuadamente los indicadores según lo que se desea analizar o evaluar.

Los servicios de salud deben efectuar sistemáticamente mediciones con el objeto de precisar las condiciones de salud relevantes en la comunidad para que puedan responder a las necesidades de las poblaciones en forma adecuada. Por ejemplo, reconocer que existen 700 personas en la comunidad con diagnóstico de lepra es una información esencial para organizar los recursos existentes y obtener, desde otro nivel del sistema si fuera preciso, el apoyo adicional requerido para la atención de todos los enfermos. Así, el recuento de los casos de una enfermedad es una medida de gran importancia que sirve para asignar los recursos necesarios para la provisión de los servicios.

El recuento de nacimientos vivos permite estimar la cantidad de niños menores de un año de edad que existen en una comunidad en un año determinado. Esta medida puede ser usada, por ejemplo, para proyectar la cantidad de vacunas necesarias para inmunizar a dicha población en ese año. Esta información podrá tener mayor precisión si, además, se conoce también el número de defunciones en menores de un año ocurridas en esa misma comunidad en el año considerado. Es decir, en una población y tiempo específicos, el número de niños a vacunar puede ser operacionalmente definido como el número de niños sobrevivientes al primer año de vida y se puede estimar por la diferencia entre el número de nacidos vivos y el número de defunciones en menores de un año de edad.

La enumeración o recuento de casos de enfermedad, (así como de nacimientos y defunciones, junto con estimados censales de la población y sus características), constituyen los datos básicos que permiten a los servicios de salud obtener un mejor conocimiento sobre las condiciones de salud y enfermedad en las poblaciones y, por tanto, desempeñarse más eficiente y efectivamente.

Por otra parte, es prácticamente imposible conocer la magnitud *real* de la morbilidad en una población debido a múltiples factores, que van desde la diversidad de la percepción cultural sobre salud y enfermedad y la presencia de casos subclínicos (como se revisó en la sección sobre historia natural de la enfermedad, en el módulo 2) hasta la inaccesibilidad a los servicios de salud y la falta de confianza en la asistencia médica. No obstante, es la *disponibilidad de registros de buena calidad* lo que hace posible obtener estimaciones epidemiológicamente válidas, que nos acercan al conocimiento de la realidad y nos permiten modificarla positivamente.

Prevalencia e incidencia

Las medidas de frecuencia de enfermedad fundamentales son dos: prevalencia e incidencia.

Prevalencia

Aunque de uso común, el término “tasa de prevalencia” debe evitarse, pues no representa una tasa en tanto no es una medida dinámica; una denominación más apropiada es proporción de prevalencia o simplemente prevalencia.

Prevalencia: es una medida de la ocurrencia de una enfermedad u otro evento de salud en la población. Es la medida del número total de casos existentes, llamados casos prevalentes, de una enfermedad en un punto (prevalencia de punto) o periodo de tiempo (prevalencia de periodo) en una población determinada, sin distinguir si son o no casos nuevos.

Considere como ejemplo un área geográfica determinada en un país de América Latina. En la población se observan 60 casos de tuberculosis en el año 2005. Un nuevo recuento en el 2010 muestra la existencia de 80 casos en la población (tabla 3.9).

Tabla 3.9 Casos de tuberculosis en un país de América Latina, 2005 y 2010

Año	2005	2010
No. de casos	60	80

¿Cuál sería la mejor explicación de la diferencia observada entre estos dos años? Los hechos que podrían explicar la diferencia observada se pueden resumir como sigue:

- la atención a los enfermos y las demás medidas de control fueron inadecuadas y por ello se produjo un aumento en el número de casos;
- las medidas de búsqueda activa y un cambio en la definición de caso de tuberculosis permitieron una mejor identificación de casos antes desconocidos, al dar la impresión de aumento de la enfermedad en la población;
- ciertos factores socioeconómicos, independientes de las medidas de control, provocaron un aumento de la enfermedad (por ejemplo: crisis económica-desempleo-desnutrición); y,
- hubo un aumento de la población local, por crecimiento natural o por inmigración neta (por ejemplo: atracción por oferta de empleo en áreas de desarrollo industrial).

Si se relaciona el número de casos con el total de la población existente en los dos años, se tendrá lo siguiente (tabla 3.10):

Tabla 3.10 Casos de tuberculosis en un país de América Latina, 2005 y 2010

Año	2005	2010
No. de casos	60	80
Total población	30.000	50.000

Se puede observar que si bien hubo un aumento de 60 a 80 en el número de casos, también aumentó de 30.000 a 50.000 la población en el mismo periodo. Por tanto, lo que se desea comparar es la diferencia entre 60 casos en 30.000 personas y 80 casos en 50.000. Es decir:

$$\frac{60 \text{ casos}}{30.000 \text{ habitantes}} \text{ vs } \frac{80 \text{ casos}}{50.000 \text{ habitantes}}$$

Un cálculo sencillo permitirá una comparación más directa:

$$\text{en 2005: } 60 / 30.000 = 0,0020$$

$$\text{en 2010: } 80 / 50.000 = 0,0016$$

Con el fin de facilitar la comparación, para expresar la proporción en números enteros y no decimales, se acostumbra multiplicar el resultado por un factor (100,

1.000, 10.000 o 100.000), según convenga o se siga una convención preestablecida. En el ejemplo, si se multiplica el resultado de la división entre casos y población por 10.000, se obtendrá:

en 2005: 20 casos por 10.000 habitantes
 en 2010: 16 casos por 10.000 habitantes

Ello indica que hubo una disminución de la prevalencia de tuberculosis en esa comunidad latinoamericana durante ese período de tiempo (tabla 3.11).

Tabla 3.11 Prevalencia de tuberculosis en un país de América Latina, 2005 y 2010

2005	2010
20 (casos por 10.000 personas)	16 (casos por 10.000 personas)

El cálculo realizado fue el de la *proporción* de prevalencia de la tuberculosis en un lugar específico, en los años 2005 y 2010.

Se puede generalizar aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Proporción de pre-} \\ \text{valencia de la enfer-} \\ \text{medad A} = \frac{\text{No. de personas con enfermedad A en un periodo}}{\text{No. total de personas en el mismo periodo}} \times \text{factor}$$

Como ya fuera mencionado, la prevalencia no puede ser considerada una tasa, pues no toma en cuenta el inicio, ni duración de la enfermedad. Su denominador no necesariamente corresponde a la población *en riesgo*, es decir, a aquella población expuesta y susceptible de donde surgen los casos. Sin embargo, la prevalencia es una medida de gran importancia en salud pública, pues provee la magnitud del volumen o carga de enfermedad en una comunidad o población en un momento dado, información esencial en la planeación de los servicios de salud.

Incidencia

Desde el punto de vista epidemiológico, también hay interés en conocer específicamente cuántos casos *nuevos* de una enfermedad aparecen en una población durante un período de tiempo. Más concretamente, es importante conocer cuántos casos nuevos surgen de una población *que está en riesgo* de padecer una determinada enfermedad o daño a la salud; es decir, un indicador de la rapidez de cambio del proceso dinámico de salud y enfermedad en la población.

La medida de ocurrencia de casos nuevos de enfermedad en una población en riesgo en un tiempo determinado se denomina incidencia. En general, la incidencia nos da una idea del riesgo promedio que tienen los individuos en la población de padecer la enfermedad, así como evaluar la eficacia de las acciones de control adoptadas.

Incidencia: es la medida del número de casos nuevos, llamados casos incidentes, de una enfermedad originados de una población en riesgo de padecerla, durante un periodo de tiempo determinado. Puede ser medida como frecuencia, tasa o proporción.

$$\text{Incidencia de la enf. B} = \frac{\text{Número de casos nuevos de la enf. B en un período}}{\text{Número total de personas en riesgo al comienzo del mismo período}} \times \text{factor}$$

En los cálculos de incidencia y de prevalencia siempre es importante precisar a qué población y a qué momento o período de tiempo se refieren. Pueden relacionarse a la población completa de una región o a un grupo específico que estaría expuesto al problema. Así, el denominador de incidencia de cáncer de cuello de útero debería incluir únicamente a mujeres y el de incidencia de gonorrea a población sexualmente activa.

Por ejemplo, la incidencia de gastroenteritis, en la Provincia del Sur, durante el mes de diciembre de 2013 fue de 20 por mil en niños de 5 a 10 años. Es decir:

$$\text{Incidencia de gastroenteritis en niños de 5 a 10 años en la provincia del sur en el mes de diciembre de 2013} = \frac{\text{Número de niños de 5 a 10 años que desarrollaron gastroenteritis en el mes de diciembre de 2013 en la Provincia del sur}}{\text{Población de niños de 5 a 10 años residentes en la Provincia del sur en el mes de diciembre de 2013}} \times \text{factor}$$

Conviene precisar que las fórmulas sobre incidencia que se presentan en ese ejemplo corresponden específicamente a lo que se denomina incidencia acumulada, que es un estimador del riesgo absoluto de padecer la enfermedad. Ésta se calcula como el cociente entre el número de casos nuevos y el tamaño de la población en riesgo en un periodo de tiempo. La incidencia acumulada asume que todos los individuos de la población en riesgo estuvieron efectivamente en riesgo de presentar la enfermedad durante todo el periodo de tiempo observado. Intuitivamente se sabe que esto raras veces ocurre así; en principio porque al momento de presentar la enfermedad, la persona deja de estar en riesgo (deja de “pertener al denominador”), pues se convierte en caso (“pasa al numerador”).

Incidencia acumulada: es la expresión de una proporción de una cohorte o grupo poblacional. Es la proporción de una población cerrada en riesgo de una enfermedad que desarrolla la enfermedad durante un intervalo temporal específico.

Una manera más precisa de representar el riesgo de pasar del estado sano al estado enfermo, o sea estimar la incidencia, la brinda la investigación epidemiológica de facto-

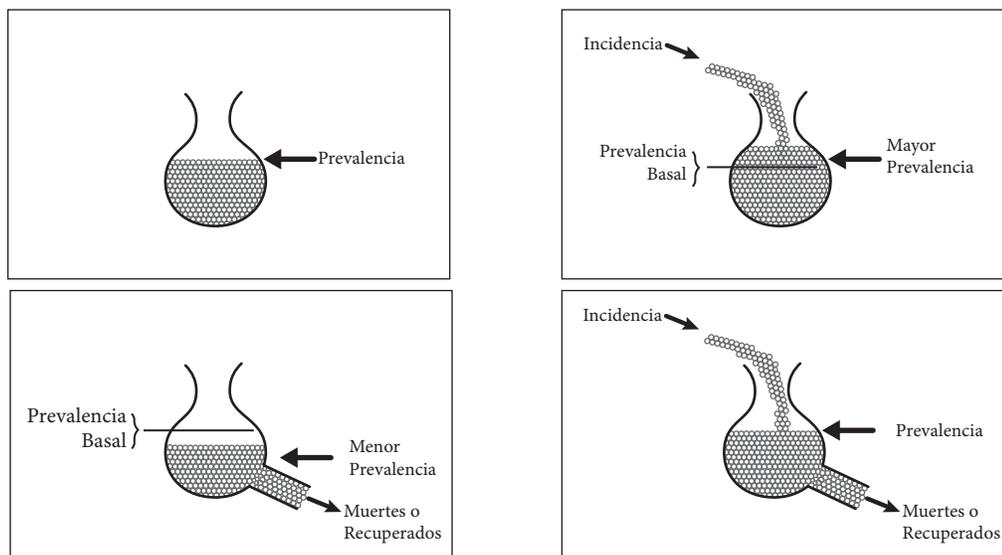
res de riesgo causales en cohortes de población, como veremos en el módulo 5. En tales condiciones es posible “seguir” a la población, al medir con exactitud el tiempo que cada individuo estuvo en riesgo de enfermarse y obtener el número total de “tiempo-persona” de observación (años-persona; días-persona). Si ahora se divide el número de casos nuevos entre el número total de años-persona observados, se obtendrá la tasa de incidencia propiamente dicha, llamada también densidad de incidencia o fuerza de morbilidad (Miettinen, 1985; Porta, 2014). La tasa de incidencia es un indicador de la velocidad de ocurrencia de una enfermedad u otro evento de salud en la población.

Tasa de incidencia: es la velocidad con la cual un evento ocurre en la población. El numerador es el número de eventos que ocurren en un lapso o periodo definido. El denominador es el tiempo-persona en riesgo de que el evento ocurra en ese periodo.

En términos prácticos, cuando se calcula la incidencia de una enfermedad en la población a menudo se emplea la incidencia acumulada, pues el cálculo de la tasa de incidencia propiamente dicha suele estar restringido al contexto de una investigación epidemiológica. Una forma de estimar la tasa de incidencia cuando no se cuenta con los años-persona consiste en tomar como denominador a la población a mitad de período.

Tanto la prevalencia como la incidencia son medidas de morbilidad (enfermedad) en la población, pero difieren en que la prevalencia mide el número de personas que tienen la enfermedad en un momento dado (su magnitud) y la incidencia mide los casos nuevos que se presentan en un período determinado de tiempo (su velocidad). Las relaciones entre incidencia y prevalencia pueden apreciarse en la figura 3.11.

Figura 3.11 Relación entre incidencia y prevalencia



Tomado de Gordis, 2014

Note que si aumenta la incidencia (aparecen más casos nuevos) y el número de muertes y recuperados se mantiene sin cambio, aumentará la prevalencia. Si aumenta la mortalidad o más gente se recupera y la incidencia no cambia, la prevalencia disminuirá. Suponga que se introduce una nueva prueba que detecta la presencia de enfermedad tempranamente en el período subclínico; el resultado práctico será un aumento en la incidencia, en la duración de la enfermedad y también en la prevalencia. Por otra parte, si se introduce un medicamento que pospone o evita la mortalidad prematura pero no cura definitivamente, el resultado también será un aumento en la prevalencia.

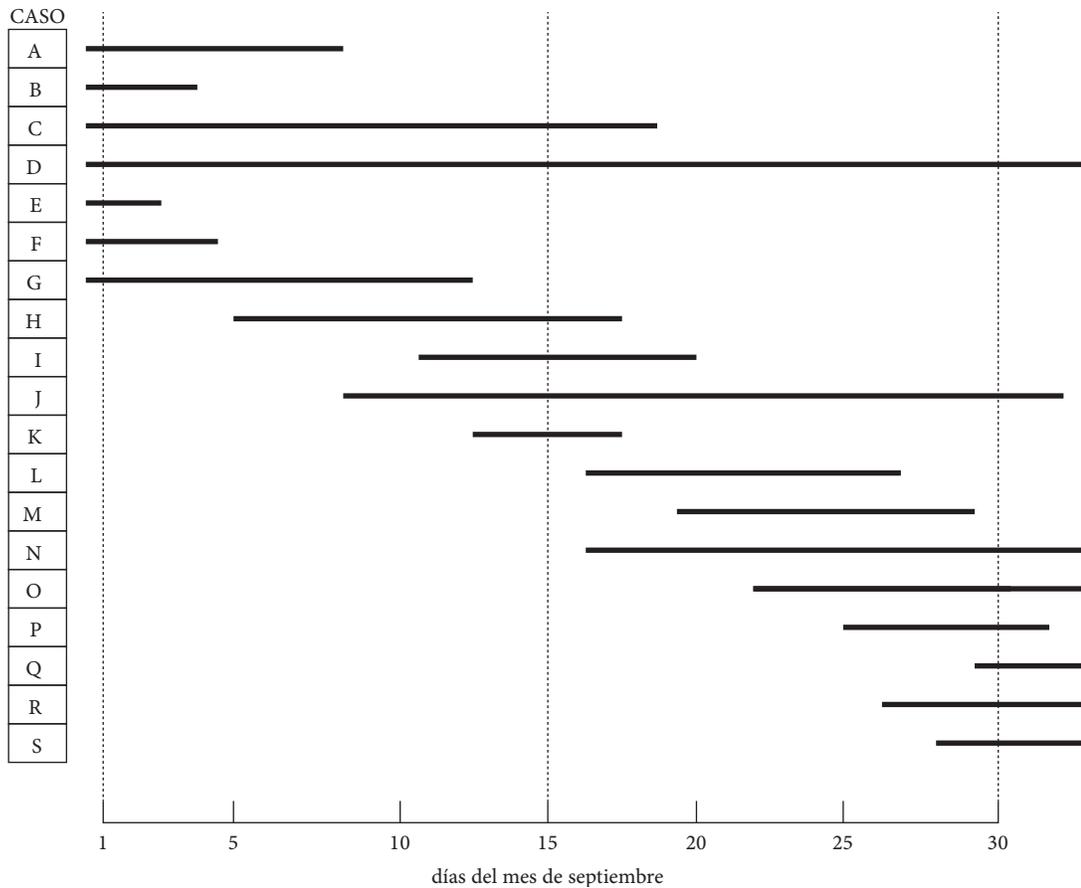
La duración de la enfermedad (D) también influye en esta dinámica y, en términos generales, se dice que en situación de equilibrio, la prevalencia (P) es el producto de la incidencia (I) por la duración de la enfermedad ($P=I \times D$). Esta dinámica entre incidencia, prevalencia y duración de la enfermedad tiene importantes implicaciones para el control de enfermedades en la población como se abordará en el módulo 6 de los MOPECE.



Ejercicio 3.1

En la figura 3.12, cada línea representa un caso de neumonía y la duración en días de cada caso, que se presentaron durante el mes de septiembre.

Figura 3.12 Casos de enfermedad respiratoria en localidad A, septiembre, 2015



Conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el número de casos incidentes de la enfermedad en el mes de septiembre, 2015?

2. ¿Cuál es el número de casos prevalentes en el día 15 de septiembre, 2015?

Otras medidas de morbilidad para investigación de brotes y epidemias

En la investigación de brotes y epidemias se utilizan medidas especiales, como la tasa de ataque y la tasa de ataque secundario.

La incidencia acumulada que se obtiene en una situación de brote o epidemia se denomina tasa de ataque de la enfermedad y se expresa usualmente como un porcentaje. El numerador es el número de casos nuevos de enfermedad y el denominador es el total de personas expuestas al factor de riesgo o agente causal. El tiempo generalmente se trata de manera implícita, ya que la mayoría de casos suelen ocurrir durante horas, días o semanas, según la enfermedad de que se trate.

Considere, como ejemplo, una situación en la que 96 personas fueron expuestas a *Pseudomona aeruginosa* a través de equipo quirúrgico contaminado, de las cuales 26 se enfermaron en un período corto de tiempo.

La tasa de ataque se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{tasa de ataque} = \frac{26 \text{ enfermos}}{96 \text{ expuestos}} \times 100 = 27,1\%$$

Existe también la llamada tasa de ataque secundario, que mide la contagiosidad de una enfermedad de transmisión persona-a-persona y, por tanto, es de utilidad para evaluar la efectividad de las medidas de control de un brote, lo cual se abordará en el módulo 5 de los MOPECE.

La tasa de ataque secundario expresa el número de casos de una enfermedad que aparecen dentro del periodo de incubación entre los contactos susceptibles expuestos a un caso primario o índice, excluyéndolos del numerador, en relación con el número total de contactos susceptibles expuestos. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{tasa de ataque secundario} = \frac{\text{número de casos secundarios}}{\text{número de contactos susceptibles expuestos}} \times 100$$

Medidas de mortalidad

Otra forma importante de medir la ocurrencia de enfermedad en la población es a través de la tasa de mortalidad, un estimador del riesgo absoluto de morir.

$$\text{tasa de mortalidad general} = \frac{\text{No. de defunciones}}{\text{Población total}} \times 100.000$$

Las tasas de mortalidad pueden referirse a toda la población de un país o territorio o restringirse a una comunidad, institución o una muestra poblacional y pueden, también,

calcularse para grupos específicos de población, según sexo, edad, grupos de enfermedades u otras características relevantes en cuyo caso constituyen tasas específicas.

Existen algunos indicadores de mortalidad referidos a grupos de población específicos y, de especial importancia en salud pública; se trata de la tasa de mortalidad infantil y la razón de mortalidad materna.

$$\text{tasa de mortalidad infantil} = \frac{\text{número de defunciones en menores de 1 año de edad}}{\text{número de nacidos vivos}} \times 1.000$$

$$\text{razón de mortalidad materna} = \frac{\text{número de muertes maternas}}{\text{número de nacidos vivos}} \times 100.000$$

En ocasiones se sospecha que una enfermedad determinada está causando un elevado o inusual número de muertes. Es de interés conocer cuántas de las personas enfermas mueren, es decir, la *proporción* de casos fatales entre el total de casos. A este cálculo se le llama tasa de letalidad y es particularmente importante para evaluar la severidad de una epidemia:

$$\text{tasa de letalidad de la enfermedad A} = \frac{\text{número de defunciones por enfermedad A}}{\text{total de casos de enfermedad A}} \times 100$$

Mientras la mortalidad hace referencia a las defunciones entre la población total (sana o enferma), la letalidad sólo hace referencia a las defunciones entre la población enferma por esa determinada causa. Por ejemplo: si en un distrito de 30.000 habitantes ocurrieron 200 casos de tifoidea con 6 defunciones, en un año determinado, se puede afirmar que, en ese distrito y en ese año, la mortalidad por tifoidea fue 2 por 10.000 y su letalidad 3%; es decir:

$$\text{tasa de mortalidad por tifoidea} = \frac{6 \text{ muertes}}{30.000 \text{ hab.}} \times 10.000 = 2 \times 10.000$$

$$\text{tasa de letalidad por tifoidea} = \frac{6 \text{ muertes}}{200 \text{ casos}} \times 100 = 3 \times 100$$

Distribución proporcional

La distribución proporcional es una forma sencilla de expresar la cantidad de casos o muertes según alguna característica de interés, como sexo, edad o causa específica, como porcentaje del total de casos o muertes observados. A diferencia de las tasas, la distribución proporcional no mide el riesgo de enfermar o morir, sino solamente indica cómo se distribuyen los casos o muertes entre las personas afectadas.

En el siguiente ejemplo, se puede observar que durante un brote de tífus exantemático ocurrido en una comunidad andina, se enfermaron 38 personas, de las cuales 24 eran hombres y 14 eran mujeres. Sin embargo, se desconoce el número total de hombres y mujeres en dicha población (tabla 3.12).

Tabla 3.12
Distribución proporcional de casos de tífus exantemático por sexo

Sexo	Número de casos	Distribución proporcional
Hombres	24	63,2
Mujeres	14	36,8
Total	38	100,0

Es decir, la distribución proporcional de casos de tífus exantemático en hombres:

$$\text{Proporción de casos en hombres} = \frac{24}{38} \times 100 = 63,2\%$$

La distribución proporcional de casos de tífus exantemático en mujeres:

$$\text{Proporción de casos en mujeres} = \frac{14}{38} \times 100 = 36,8\%$$

La información anterior permite afirmar que la enfermedad en dicha comunidad afectó más a los hombres que a las mujeres (por ejemplo: “de cada 10 enfermos, al menos 6 fueron varones”; o, “existieron 1,7 casos en varones por cada caso en mujeres”). Sin embargo, esa información no le permite afirmar que los varones tuvieran mayor riesgo de enfermar.

Mortalidad proporcional

Existen dos formas de medir la mortalidad proporcional: la mortalidad proporcional propiamente dicha y la razón de mortalidad proporcional.

La primera expresa el número de defunciones a causa de una enfermedad particular como una proporción del número total de muertes ocurridas en un período. Esta medida no es equivalente a una tasa porque el denominador se obtiene del número total de casos y no de la población en riesgo.

Cuando la distribución proporcional se refiere a datos de mortalidad, entonces

se refiere específicamente a la mortalidad proporcional, una medida de mortalidad útil para describir el perfil y las contribuciones de causas de muerte específicas a la mortalidad general de un lugar y periodo determinados; esto es:

$$\text{Mortalidad proporcional por causa específica} = \frac{\text{número de muertes por causa específica en un momento y lugar determinado}}{\text{número total de muertes en el mismo momento y lugar}} \times 100$$

La mortalidad proporcional también puede ser analizada por grupos de edad y permite ver los cambios en el tiempo.

La segunda forma de medir la mortalidad proporcional es a través de la razón de mortalidad proporcional.

Razón de mortalidad proporcional: es la proporción de muertes observadas de una condición específica dividida por las muertes esperadas de esta condición en una población estándar.

Las medidas de prevalencia, incidencia y mortalidad, tomadas en conjunto, permiten describir perfiles de salud de la población útiles para el análisis de la situación de salud, la primera función esencial de la salud pública. Estas medidas básicas permiten comparar la importancia relativa de riesgos, enfermedades y daños a la salud en las poblaciones entre diferentes períodos de tiempo y entre localidades distintas, facilitando la identificación de necesidades y prioridades en salud y orientando la gestión sanitaria. No obstante, cuando se comparan dos o más poblaciones se debe tener siempre presente que existen otras características propias de cada población que podrían explicar las diferencias que se observan. Por ejemplo: la diferencia entre las tasas de mortalidad de dos poblaciones puede estar distorsionada por las propias diferencias en la distribución de edad o la distribución de las muertes en distintas edades en cada población y, por lo tanto, puede llevarle a conclusiones erróneas. Ello puede ser evitado con el uso de técnicas de estandarización o ajuste de tasas. Los interesados en este tema pueden revisar el apéndice estadístico-epidemiológico en el módulo 7 de los MOPECE. En la tabla 3.13 se pueden ver algunos ejemplos de medidas epidemiológicas.

Tabla 3.13

Algunas medidas epidemiológicas categorizadas como razón, proporción y tasa

Condición	Razón	Proporción	Tasa
Morbilidad (Enfermedad)	<ul style="list-style-type: none"> • Razón de riesgo (riesgo relativo) • Razón de tasas • Prevalencia de periodo 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de ataque • Tasa de ataque secundario • Prevalencia de punto • Proporción atribuible 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de incidencia (tiempo-persona)
Mortalidad (Muerte)	<ul style="list-style-type: none"> • Razón de casos de muerte • Razón de mortalidad materna • Razón de mortalidad estandarizada 	<ul style="list-style-type: none"> • Mortalidad proporcional 	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa cruda de mortalidad • Tasa de letalidad • Tasa de mortalidad específica por causa • Tasa de mortalidad específica por grupo de edad • Tasa de mortalidad infantil
Natalidad (Nacimientos)			<ul style="list-style-type: none"> • Tasa cruda de natalidad • Tasa de fertilidad



Ejercicio 3.2

Los siguientes datos corresponden a dos localidades latinoamericanas, a las que se denominarán A y B, en un año determinado (tabla 3.14).

Tabla 3.14 Población y mortalidad en dos localidades latinoamericanas, 2012

Datos básicos	Localidad	
	A	B
Población total	10.320	76.311
Número de nacidos vivos	850	1.226
Población menor de 5 años	3.350	6.901
Defunciones en menores de 1 año	105	10
Defunciones en menores de 1 año por infecciones	32	4
Defunciones en menores de 5 años	161	12
Defunciones en menores de 5 años por diarrea	36	0

Calcule:

	Localidad	
	A	B
a) La tasa de mortalidad en menores de 5 años (por 1.000)	_____	_____
b) La tasa de mortalidad infantil (por 1.000)	_____	_____

	Localidad	
	A	B
c) La tasa de mortalidad por diarrea en menores de 5 años (por 1.000)	_____	_____
d) La tasa de mortalidad por infecciones en menores de 1 año (por 1.000)	_____	_____
e) ¿Qué se observa al comparar la mortalidad de las localidades A y B?	



Ejercicio 3.3

Pregunta 1. ¿Qué denominador emplearía para el cálculo de las siguientes medidas?:

a) La incidencia acumulada de dengue grave en el país "X" en el 2014

.....
.....
.....

b) La incidencia acumulada de neumonía en los escolares de la Provincia "Y" en el 2015

.....
.....
.....

Pregunta 2. En una isla del Caribe la letalidad por tifoidea es 5%. Durante el año 2014 ocurrieron 40 defunciones por esa enfermedad. ¿Cuántos casos de tifoidea ocurrieron en esa comunidad insular en dicho año?

.....
.....
.....

Pregunta 3. Una medida de incidencia usualmente expresada en porcentaje y que se refiere a poblaciones específicas, en períodos de tiempo limitados, como por ejemplo, epidemias, se conoce como:

- a) Prevalencia
- b) Tasa ajustada
- c) Tasa de letalidad
- d) Tasa de ataque
- e) Tasa de mortalidad

Pregunta 4. Analice la siguiente tabla y, de acuerdo con la información presentada, resuelva los puntos considerados a continuación:

Defunciones por grupo de edad y población, en comunidad X en el 2013

Grupo de edad (años)	Defunciones (número)	Población
Menores de 1	285	12.681
1 – 4	251	49.002
5 – 24	274	201.820
25 – 44	408	116.538
45 – 64	576	51.356
65 y más	1.076	18.603
Total	2.870	450.000

a) La tasa de mortalidad (por 100.000) para el grupo de edad de 1 a 4 años

.....

b) La tasa de mortalidad (por 100.000) para el grupo de edad de 65 y más años

.....

c) La tasa de mortalidad (por 100.000) para el grupo de 25 a 44 años

.....

d) Comente estos resultados con respecto a la magnitud de la mortalidad en los grupos de edad. Considere que estos resultados son típicos de cualquier población.

.....

.....

Pregunta 5. Veintiséis casos de tuberculosis fueron diagnosticados en Ciudad Alta entre el 1° de enero y el 30 de junio de 2012. El total de casos de tuberculosis activos al 30 de junio era de 264. La población de Ciudad Alta era de 183.000 habitantes.

a. ¿Cuál fue la incidencia de tuberculosis en Ciudad Alta durante el período 1°

de enero al 30 de junio del 2012?

- (a) 7,6 casos nuevos por 100.000 habitantes
- (b) 14,2 casos nuevos por 100.000 habitantes
- (c) 27,3 casos nuevos por 10.000 habitantes
- (d) 78,7 casos nuevos por 100.000 habitantes
- (e) 144,3 casos nuevos por 10.000 habitantes

b. ¿Cuál fue la prevalencia de tuberculosis en Ciudad Alta al 30 de junio del 2012?

- (a) 14,2 casos por 100.000 habitantes
- (b) 144,3 casos por 100.000 habitantes
- (c) 158,5 casos por 10.000 habitantes
- (d) 290,0 casos por 10.000 habitantes
- (e) 85,2 casos por 100.000 habitantes

c. Describa y explique las diferencias en los valores obtenidos sobre prevalencia e incidencia de tuberculosis encontrados e indique el uso adecuado de cada una de estas medidas epidemiológicas. ¿Existe similitud de esta morbilidad por tuberculosis con la de su área de salud?

.....

.....

.....

Pregunta 6. El tercer domingo de febrero del 2013, como todos los años, en una comunidad rural de 462 habitantes del país X se celebra un baile de carnaval que tiene como característica especial la permisividad o condescendencia para establecer un estrecho contacto físico entre los asistentes. En ese año al baile de carnaval asistieron 287 personas. En las dos últimas semanas de marzo del mismo año el centro de salud local atendió a 79 personas que consultaron por prurito intenso y erupción cutánea pápulo-vesicular. Setenta y seis de ellas habían asistido al baile. De los 161 varones participantes de ese evento social, 53 se habían enfermado. El 68,3% de los asistentes al baile tenía entre 20 y 39 años de edad; en este grupo se encontraba el 82,9% de los enfermos. Calcule:

a) La tasa de ataque en los participantes de la fiesta;

.....

b) La tasa de ataque en los hombres;

.....

c) La tasa de ataque en las mujeres;

.....

d) La tasa de ataque en el grupo de 20 a 39 años de edad;

.....

e) ¿Qué interpretación daría a estos resultados?

.....

.....

Pregunta 7. Examine la siguiente tabla y resuelva lo considerado a continuación.

Número de casos por grupo de edad y población en localidad Z en el 2015

Columna 1 edad (años)	Columna 2 casos (N°)	Columna 3 población	Columna 4	Columna 5
Menores de 5	3	48	14,3	6,3
5 – 19	6	17	28,6	35,3
20 – 39	5	23	23,8	21,7
40 y más	7	109	33,3	6,4
Total	21	197	100,0	10,7

a) Los números en la Columna 4 representan:

- (a) La distribución proporcional de la población por edad
- (b) Las tasas de ataque por edad
- (c) La distribución proporcional de los casos por edad
- (d) Las tasas de mortalidad por edad
- (e) Nada de lo anterior

b) Los números en la Columna 5 representan:

- (a) La distribución proporcional de la población por edad
- (b) Las tasas de ataque por edad
- (c) La distribución proporcional de los casos por edad
- (d) Las tasas de mortalidad por edad
- (e) Nada de lo anterior

c) Comente brevemente la información contenida en la tabla de la pregunta 7

.....
.....

Pregunta 8. El programa de salud infantil integral de un centro de salud, informó que el tiempo de duración de todos los casos de neumonía en niños de 5 a 9 años de edad atendidos en los últimos dos meses fue 9, 7, 11, 9, 8, 4, 6, 12, 6, 8, 8 y 5 días, respectivamente. Usando esta información, calcule:

- a) La moda
- b) La mediana
- c) La media
- d) El rango
- e) La desviación estandar

f) En el espacio provisto a continuación represente la distribución de la variable de interés empleando un gráfico apropiado.

g) Comente los resultados observados con respecto a esta distribución

.....

.....

.....



Ejercicio 3.4

Desde 1997 hasta junio del 2011 el Sistema Nacional de Vigilancia de Enfermedades Febriles no Eruptivas (SVEFENV) en Ecuador identificó 10.013 casos sospechosos de sarampión y rubéola, la mayoría descartados mediante análisis clínico, epidemiológico y de laboratorio.

Entre la semana epidemiológica 28 y 30 del 2011 se detectaron los primeros tres casos de enfermedad febril exantemática en la provincia de Tungurahua, a partir de los cuales se presentó un brote de sarampión que tuvo una dispersión en ocho provincias del país.

Tungurahua, una de las 24 provincias del Ecuador, se encuentra a 2.620 m s.n.m. en la parte central de la Región Sierra. Se divide en 9 cantones: Ambato, Pelileo, Pillaro, Quero, Cevallos, Mocha, Patate, Tisaleo, Baños de Agua Santa; este último cantón es un importante destino turístico para extranjeros y ecuatorianos. La población de esta provincia es de 504.583 habitantes. Según el censo del 2010, el 59% de la población es rural. Aproximadamente 100.000 habitantes son indígenas y viven agrupados en comunidades, siendo algunas todavía renuentes a la atención de salud, con significativos índices de hacinamiento y analfabetismo (promedio provincial 7,2%); aunque hacen uso del español, su idioma nativo es el kichwa. Se dedican a la agricultura, al pastoreo o desempeño de labores de construcción o ventas ambulantes en centros poblados de la provincia o fuera de ella.

La red de servicios del Ministerio de Salud Pública (MSP) en Tungurahua incluye 7 áreas de salud, 83 unidades de salud, un hospital provincial y 2 unidades móviles de salud escolar.

Este ejercicio describe la situación de salud observada en el país.

La tabla 3.4.1 contiene información sobre 182 casos confirmados de sarampión en el Ecuador entre las semanas epidemiológicas 29 y 44 del año 2011.

Las tablas 3.4.2, 3.4.3 y 3.4.4 presentan datos adicionales importantes para la caracterización situación epidemiológica del brote.

Pregunta 1. ¿Cuáles fueron las características epidemiológicas más relevantes del brote de sarampión en Ecuador en el 2011? Caracterice el evento en tiempo, lugar y persona. Para ello:

- Complete las tablas 3.4.2, 3.4.3 y 3.4.4
- Calcule las tasas correspondientes usando las tablas y mapa anexos.
- Complete la figura 3.4.1

Nota: Agradecemos al Ministerio de Salud de Ecuador por permitir el uso de los datos del brote de sarampión para este ejercicio. El ejercicio solo utiliza una parte del total de datos del brote para fines de capacitación. Esto puede limitar la visión general del problema; sin embargo, permite cumplir con los objetivos del ejercicio que es remarcar las competencias del análisis de tiempo, lugar y persona y llegar a conclusiones sobre este evento.

Tabla 3.4.1 Listado de casos de sarampión, Ecuador, 2011

No.	Edad	Sexo	Provincia	SE	Fecha de inicio
1	3	M	Tungurahua	29	21/07/2011
2	10	F	Pichincha	30	25/07/2011
3	11	F	Pichincha	31	05/08/2011
4	1	F	Pichincha	32	11/06/2011
5	1	M	Tungurahua	35	27/08/2011
6	8m	M	Tungurahua	37	12/09/2011
7	13	M	Pichincha	37	14/09/2011
8	1	F	Imbabura	37	10/09/2011
9	9m	M	Tungurahua	38	21/09/2011
10	4m	M	Tungurahua	38	24/09/2011
11	15	F	Tungurahua	38	19/09/2011
12	16	F	Tungurahua	38	28/09/2011
13	11m	M	Tungurahua	38	22/09/2011
14	8m	F	Tungurahua	38	23/09/2011
15	2	F	Tungurahua	38	23/09/2011
16	3	F	Tungurahua	38	21/09/2011
17	2	M	Tungurahua	38	23/09/2011
18	1	M	Tungurahua	38	24/09/2011
19	1	M	Tungurahua	38	20/09/2011
20	4	F	Tungurahua	38	21/09/2011
21	12	M	Tungurahua	38	24/09/2011
22	20	M	Tungurahua	38	19/09/2011
23	22	M	Tungurahua	38	24/09/2011
24	1	F	Tungurahua	38	21/09/2011
25	4m	M	Tungurahua	38	22/09/2011
26	3	M	Tungurahua	38	26/09/2011
27	10	F	Tungurahua	38	23/09/2011
28	1	M	Tungurahua	38	22/09/2011
29	5	M	Tungurahua	38	22/09/2011
30	5	F	Tungurahua	38	26/09/2011
31	8m	F	Tungurahua	38	26/09/2011
32	9	F	Tungurahua	38	22/09/2011
33	27	F	Tungurahua	38	24/09/2011
34	2	F	Tungurahua	38	22/09/2011
35	4	F	Tungurahua	38	22/09/2011
36	3	M	Tungurahua	38	19/09/2011
37	2	F	Tungurahua	38	21/09/2011

SE = semana epidemiológica

Tabla 3.4.1 Listado de casos de sarampión, Ecuador, 2011 (continuación)

No.	Edad	Sexo	Provincia	SE	Fecha de inicio
38	1m	M	Tungurahua	38	21/09/2011
39	2	F	Tungurahua	38	22/09/2011
40	3	M	Tungurahua	38	21/09/2011
41	1	M	Tungurahua	38	22/09/2011
42	3	F	Tungurahua	38	22/09/2011
43	7m	F	Tungurahua	38	22/09/2011
44	12	M	Tungurahua	38	21/09/2011
45	1	F	Tungurahua	38	22/09/2011
46	13	F	Tungurahua	38	22/09/2011
47	9	M	Tungurahua	38	21/09/2011
48	4m	F	Tungurahua	38	22/09/2011
49	1	F	Tungurahua	38	20/09/2011
50	4	F	Tungurahua	38	21/09/2011
51	1	F	Tungurahua	38	20/09/2011
52	1	M	Tungurahua	38	20/09/2011
53	1	F	Tungurahua	38	19/09/2011
54	3	M	Tungurahua	38	19/09/2011
55	8m	M	Tungurahua	38	22/09/2011
56	11	M	Pinchincha	38	07/10/2011
57	4	M	Guayas	38	20/09/2011
58	5m	M	Tungurahua	39	25/09/2011
59	1	M	Tungurahua	39	22/09/2011
60	6m	M	Tungurahua	39	30/09/2011
61	10	F	Tungurahua	39	25/09/2011
62	4m	M	Tungurahua	39	01/10/2011
63	12	F	Tungurahua	39	27/09/2011
64	4	F	Tungurahua	39	27/09/2011
65	15	F	Tungurahua	39	24/09/2011
66	1	F	Tungurahua	39	24/09/2011
67	3	F	Tungurahua	39	27/09/2011
68	6m	F	Tungurahua	39	26/09/2011
69	9	M	Tungurahua	39	27/09/2011
70	4	F	Tungurahua	39	28/09/2011
71	2	F	Tungurahua	39	27/09/2011
72	6m	M	Tungurahua	39	26/09/2011
73	2	M	Tungurahua	39	01/10/2011
74	1	F	Tungurahua	39	26/09/2011
75	5	M	Tungurahua	39	01/10/2011

Tabla 3.4.1 Listado de casos de sarampión, Ecuador, 2011 (continuación)

No.	Edad	Sexo	Provincia	SE	Fecha de inicio
76	6	F	Tungurahua	39	29/09/2011
77	14	F	Tungurahua	39	25/09/2011
78	4	F	Tungurahua	39	29/09/2011
79	6m	F	Tungurahua	39	28/09/2011
80	3	M	Tungurahua	39	22/09/2011
81	8m	M	Tungurahua	39	04/10/2011
82	5m	M	Tungurahua	39	30/09/2011
83	8m	M	Tungurahua	39	28/09/2011
84	8	M	Tungurahua	40	30/09/2011
85	3	M	Tungurahua	40	29/09/2011
86	1	M	Tungurahua	40	07/09/2011
87	3	M	Tungurahua	40	30/09/2011
88	3	M	Tungurahua	40	06/10/2011
89	3	M	Tungurahua	40	03/10/2011
90	3	M	Tungurahua	40	09/10/2011
91	13	F	Tungurahua	40	01/10/2011
92	8	M	Tungurahua	40	03/10/2011
93	5	F	Tungurahua	40	29/10/2011
94	1	M	Tungurahua	40	01/10/2011
95	6	F	Tungurahua	40	04/10/2011
96	1	M	Tungurahua	40	07/10/2011
97	9m	M	Tungurahua	40	04/10/2011
98	4m	F	Tungurahua	40	30/09/2011
99	10	F	Tungurahua	40	03/10/2011
100	3	M	Tungurahua	40	02/10/2011
101	14	F	Tungurahua	40	01/10/2011
102	1	F	Tungurahua	40	29/10/2011
103	5	M	Tungurahua	40	02/10/2011
104	5	M	Tungurahua	40	02/10/2011
105	8m	F	Tungurahua	40	05/10/2011
106	6m	M	Tungurahua	40	04/10/2011
107	4m	M	Tungurahua	40	08/10/2011
108	7m	M	Tungurahua	40	02/10/2011
109	3m	F	Tungurahua	40	02/10/2011
110	8	F	Tungurahua	40	07/10/2011
111	14	M	Tungurahua	40	04/10/2011
112	4	M	Tungurahua	40	30/10/2011

Tabla 3.4.1 Listado de casos de sarampión, Ecuador, 2011 (continuación)

No.	Edad	Sexo	Provincia	SE	Fecha de inicio
113	4	M	Tungurahua	40	04/10/2011
114	7m	M	Tungurahua	40	01/10/2011
115	10m	F	Tungurahua	40	04/10/2011
116	3	F	Tungurahua	40	07/10/2011
117	1	M	Tungurahua	40	03/10/2011
118	3	F	Tungurahua	40	03/10/2011
119	1	F	Tungurahua	40	07/10/2011
120	1	F	Tungurahua	40	01/10/2011
121	9m	M	Tungurahua	40	05/10/2011
122	1	F	Tungurahua	40	11/10/2011
123	7	F	Tungurahua	40	08/10/2011
124	4	F	Tungurahua	40	29/10/2011
125	3	F	Tungurahua	40	07/10/2011
126	18	M	Tungurahua	40	05/10/2011
127	9	M	Tungurahua	40	07/10/2011
128	10	M	Pinchincha	40	03/10/2011
129	2	M	Guayas	40	01/10/2011
130	4	F	Guayas	40	06/10/2011
131	2	F	Tungurahua	41	14/10/2011
132	2	F	Tungurahua	41	13/10/2011
133	7m	M	Tungurahua	41	09/10/2011
134	3	M	Tungurahua	41	09/10/2011
135	1	F	Tungurahua	41	10/10/2011
136	2	M	Tungurahua	41	10/10/2011
137	1	F	Tungurahua	41	10/10/2011
138	9m	F	Tungurahua	41	14/10/2011
139	1	M	Tungurahua	41	10/10/2011
140	8	F	Tungurahua	41	16/10/2011
141	5m	M	Tungurahua	41	10/10/2011
142	10	F	Cotopaxi	41	04/10/2011
143	12	M	Pichincha	41	05/10/2011
144	11	M	Pichincha	41	06/10/2011
145	2m	F	Tungurahua	41	10/12/2011
146	1m	F	Pichincha	41	10/12/2011
147	3	F	Tungurahua	42	17/10/2011
148	9m	M	Tungurahua	42	14/10/2011
149	17	F	Tungurahua	42	17/10/2011
150	5m	F	Tungurahua	42	15/10/2011

Tabla 3.4.1 Listado de casos de sarampión, Ecuador, 2011 (continuación)

No.	Edad	Sexo	Provincia	SE	Fecha de inicio
151	13	M	Tungurahua	42	19/10/2011
152	8m	F	Tungurahua	42	14/10/2011
153	8m	F	Tungurahua	42	17/10/2011
154	5	F	Pinchincha	42	20/10/2011
155	4	F	Pinchincha	42	16/10/2011
156	8	M	Pinchincha	42	14/10/2011
157	11	M	Pinchincha	42	16/10/2011
158	13	F	Pinchincha	42	17/10/2011
159	7	M	Pinchincha	42	18/10/2011
160	8	M	Pinchincha	42	14/10/2011
161	12	M	Pinchincha	42	15/10/2011
162	27	M	Tungurahua	43	24/10/2011
163	4	F	Tungurahua	43	26/10/2011
164	10	F	Tungurahua	43	25/10/2011
165	4	M	Tungurahua	43	23/10/2011
166	16	F	Tungurahua	43	16/10/2011
167	12	M	Tungurahua	43	23/10/2011
168	8	F	Tungurahua	43	27/10/2011
169	9m	F	Tungurahua	43	10/10/2011
170	7m	M	Tungurahua	43	22/10/2011
171	7m	F	Pinchincha	43	26/10/2011
172	4m	M	Pinchincha	43	27/10/2011
173	6m	M	Pinchincha	43	26/10/2011
174	2	F	Imbabura	43	25/10/2011
175	12	F	Tungurahua	44	28/10/2011
176	3	M	Pinchincha	44	31/10/2011
177	1m	M	Pinchincha	44	06/11/2011
178	12	F	Pinchincha	44	01/11/2011
179	15	F	Pinchincha	44	23/10/2011
180	5m	M	Pinchincha	44	04/11/2011
181	3	M	Guayas	44	30/10/2011
182	1	M	Guayas	44	31/10/2011

Tabla 3.4.2 Sarampión en Ecuador, 2011
Tasa de ataque (TA) por 100.000 habitantes por edad

Edad	Total		
	Casos	Población	TA
< 1a		317.965	
1 a 4		1.273.212	
5 a 9		1.571.666	
10 a 14		1.503.948	
15 a 19		1.437.441	
20 a 29		2.642.627	
Total		8.746.859	

n = 182

Tabla 3.4.3 Sarampión en Ecuador, 2011
Tasa de ataque (TA) por 100.000 habitantes por edad y sexo

Edad	Sexo					
	M (1)			F (2)		
	Casos	Población	TA	Casos	Población	TA
< 1a		162.571			155.394	
1 a 4		650.101			623.111	
5 a 9		801.066			770.600	
10 a 14		765.971			737.977	
15 a 19		730.383			707.058	
20 a 29		1.332.683			1.309.944	
Total		4.442.775			4.304.084	

n = 182

Tabla 3.4.4 Sarampión en Ecuador, 2011
Tasa de ataque (TA) por 100.000 habitantes por provincia

Provincia	No. Casos	Población	TA
Cotopaxi		406.798	
Guayas		3.573.003	
Imbabura		400.359	
Pichincha		2.570.201	
Tungurahua		504.583	
Total		7.454.944	

n = 182

Tabla 3.4.5 Sarampión en Ecuador, 2011
Distribución porcentual de signos y síntomas

Signos y síntomas	%
Exantema	100
Fiebre	100
Coriza	89
Tos	85
Conjuntivitis	75
Diarrea	68
Neumonía	40
Deshidratación	32

n = 182

Figura 3.4.2 Mapa de Ecuador



Pregunta 2. ¿Establezca cuáles serían las recomendaciones epidemiológicas al equipo de salud del Ministerio de Salud de Ecuador?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Información final sobre el brote de sarampión en Ecuador en el 2011

A partir de Tungurahua el virus de sarampión circuló en ocho provincias más (mapa 1). La diseminación se inicia en una zona rural serrana (Quisapincha) hacia dos grandes ciudades: Quito, provincia de Pichincha y Guayaquil, provincia de Guayas, y luego a poblaciones rurales muy dispersas y de baja densidad poblacional, como las comunidades amazónicas. Este desplazamiento se relaciona con circuitos de migración interna que vinculan social y comercialmente estas ciudades.

Se confirmaron un total de 329 casos, 257 en el 2011 y 72 en el 2012. Las provincias con mayor número de casos fueron Tungurahua (48%) y Pichincha (16%). Se identificó el caso índice pero no la posible fuente de contagio, que se presume fueron turistas provenientes de Estados Unidos.

La vacunación para el control del brote se inició en Tungurahua y se fue ampliando progresivamente a una campaña nacional culminando con el barrido documentado. Los casos fueron disminuyendo progresivamente hasta la SE 28 en que se notificó el último caso en Pichincha. Las coberturas alcanzadas fueron superiores a 95% en todas las provincias y fueron verificadas por Monitoreo Rápido de Cobertura (MRC).

MEDIDAS DE LA FUERZA DE ASOCIACIÓN

La epidemiología propone el uso de dos medidas básicas que *cuantifican* la fuerza de esa asociación: el riesgo relativo y la OR (sigla OR que proviene del inglés *odds ratio* que ha sido traducido como: razón de productos cruzados, razón de posibilidades u oportunidad relativa). En este módulo se revisan los conceptos básicos sobre estas medidas de análisis epidemiológico y en el módulo 5 se verán en el contexto de la investigación epidemiológica de factores de riesgo de enfermedad, que es donde adquieren especial relevancia.

Riesgo relativo

Como se vio anteriormente, la *incidencia* de una enfermedad en una población y período determinados (incidencia acumulada y la tasa de incidencia) proporcionan una medida del riesgo absoluto de padecer la enfermedad en esa población.

Riesgo absoluto: probabilidad de que ocurra un evento usualmente adverso, en una población cerrada en un intervalo específico de tiempo. Número de eventos ocurridos en un grupo, divididos entre el número total de sujetos en dicho grupo. Este indicador considera a la población como una cohorte.

La comparación de dos medidas de incidencia de una enfermedad, es decir, dos riesgos absolutos, permite detectar un posible exceso de riesgo en un grupo *con relación a otro*. En epidemiología es de particular interés comparar la ocurrencia de enfermedad entre un grupo expuesto a un factor considerado de riesgo respecto a otro no expuesto. Las pruebas estadísticas ayudan a detectar el exceso de riesgo entre ambos grupos, el riesgo relativo permite *cuantificar* la magnitud de tal exceso y mide la fuerza de la asociación entre exposición y enfermedad.

Para calcular el riesgo relativo de una enfermedad con relación a una exposición, se requiere una medida del riesgo absoluto entre los expuestos a un factor de riesgo y una medida del riesgo absoluto entre los no expuestos a tal factor, es decir, la incidencia en expuestos y la incidencia en no expuestos. Conviene tener presente que se refiere a la incidencia *de una enfermedad específica* y a la exposición *a un factor de riesgo específico*.

La epidemiología dispone de una serie de diseños de estudios para observar cuándo existe una asociación entre la exposición a un factor y el desarrollo subsecuente de

una enfermedad. Entre estos diseños, los estudios de cohortes y caso-control no sólo demuestran si esa asociación existe sino cuán fuerte es. Los datos obtenidos a partir de estos estudios observacionales se disponen usualmente en una tabla 2x2, llamada así por la naturaleza dicotómica de las variables de exposición y de enfermedad, como la que se muestra a continuación:

Tabla 3.16 Tabla 2x2 (diseño de cohortes)

	Enfermo	No enfermo	
Expuesto	a	b	a + b
No expuesto	c	d	c + d
	a + c	b + d	a + b + c + d

Convencionalmente, las columnas de la tabla 2x2 representan la presencia o ausencia de enfermedad y las filas la presencia o ausencia de exposición al inicio de la observación. En los estudios de cohortes se parte de dos grupos de sujetos *sin la enfermedad*, uno expuesto a un determinado factor que se sospecha de riesgo y otro no expuesto al factor, y se observa el desarrollo posterior de la enfermedad en ambos grupos, durante un tiempo de seguimiento. De esta manera, en los estudios de cohortes la tabla 2x2 (tabla 3.16) tiene los siguientes componentes:

- a** = expuestos al factor de riesgo que durante el seguimiento desarrollaron la enfermedad
- b** = expuestos al factor de riesgo que durante el seguimiento no desarrollaron la enfermedad
- c** = no expuestos al factor de riesgo que durante el seguimiento desarrollaron la enfermedad
- d** = no expuestos al factor de riesgo que durante el seguimiento no desarrollaron la enfermedad

- a + c** = total de sujetos que durante el seguimiento desarrollaron la enfermedad
- b + d** = total de sujetos que durante el seguimiento no desarrollaron la enfermedad
- a + b** = total de sujetos expuestos al factor de riesgo
- c + d** = total de sujetos no expuestos al factor de riesgo

El riesgo relativo (RR), como medida de fuerza de asociación, se obtiene a partir de los estudios de cohortes, ya que su diseño nos permite calcular la incidencia de la enfermedad en ambos grupos. El riesgo relativo es una *razón de incidencias*, o sea el cociente entre la incidencia de enfermedad en los expuestos y la incidencia en los no expuestos al factor de riesgo. Es decir,

$$\text{riesgo relativo} = \frac{\text{incidencia en expuestos}}{\text{incidencia en no expuestos}}$$

y, en la tabla 2x2, esto es:

$$RR \frac{I_E}{I_{\bar{E}}} = \frac{a/a+b}{c/c+d}$$

Riesgo relativo: es la razón entre el riesgo de enfermar o morir entre los expuestos al riesgo y el riesgo de enfermar o morir entre los no expuestos al riesgo.

Un RR igual a la unidad (RR=1) se interpreta como la ausencia de asociación entre exposición y enfermedad (el riesgo de enfermar es similar en ambos grupos); un RR mayor de 1 (RR>1) indica riesgo mayor en los expuestos (la exposición está asociada a la enfermedad y es un factor de riesgo); un RR menor de 1 (RR<1) indica riesgo menor en los expuestos (la exposición está asociada a la enfermedad y es un factor protector). La magnitud del RR cuantifica la *fuerza de asociación* entre la exposición y la enfermedad; así un RR igual a 3,5 expresa una asociación más fuerte entre exposición y enfermedad que un RR igual a 1,4. Un RR igual a 0,2 indica una asociación más fuerte que un RR igual a 0,7.

Considere el siguiente ejemplo: entre los años 1950 y 1952, los doctores Dawber, Meadors y Moore del Servicio de Salud Pública de los EE.UU. seleccionaron 5.127 varones y mujeres sanos, de 30 a 59 años, residentes de Framingham, Massachusetts, a quienes desde entonces se ha venido estudiando prospectivamente con el fin de observar la relación entre una serie de factores de riesgo y el desarrollo de enfermedad cardíaca coronaria. Como parte del Estudio del Corazón de Framingham, la tabla 3.17 presenta la situación observada al decimosexto año de seguimiento de un grupo de 1.112 varones, sanos y de 35 a 44 años de edad al inicio del estudio, con relación al desarrollo de enfermedad cardíaca coronaria según su exposición a tres factores de riesgo seleccionados.

Tabla 3.17 Exposición a factores de riesgo y enfermedad cardíaca coronaria (ECC). Seguimiento de 16 años a varones de 35-44 años de edad. Framingham, Massachusetts, EE.UU.

Cohorte	Hipertensión		Cardiomegalia		Tabaquismo	
	Total	ECC	Total	ECC	Total	ECC
Expuestos	22	12	111	41	800	181
No-expuestos	1.090	206	1.001	177	312	37

Observe el primer factor de riesgo estudiado: hipertensión (definida aquí como presión arterial sistólica igual o mayor a 180 mmHg). De acuerdo a los datos, de los 1.112 varones al inicio del estudio, 22 tenían hipertensión (estaban expuestos) y 1.090 no la tenían (no estaban expuestos). Dieciséis años después, 12 de los expuestos y 206 de los no expuestos habían desarrollado enfermedad cardíaca coronaria (ECC). Esto quiere decir que el riesgo absoluto de enfermar con ECC entre quienes tienen

hipertensión es:

	Enfermos ECC	No enfermos ECC
Hipertensos	12	10
No hipertensos	206	884

$$\text{incidencia en expuestos:} = \frac{12}{22} \times 1.000 = 545,5 \text{ por } 1.000$$

y el riesgo absoluto de enfermar con ECC entre quienes no tenían hipertensión es:

$$\text{incidencia en no expuestos:} = \frac{206}{1.090} \times 1.000 = 189,0 \text{ por } 1.000 \text{ expuestos}$$

Ahora podrá comparar ambos riesgos absolutos y determinar el exceso de riesgo como una razón de tasas. Así, el riesgo relativo es:

riesgo relativo:

$$\frac{545,5}{189,0} = 2,89$$

Esto es, los individuos hipertensos tienen 2,89 veces el riesgo de enfermar con ECC que el de los individuos no hipertensos. Dicho de otro modo, la exposición al factor de riesgo incrementa 1,89 veces el riesgo de desarrollar la enfermedad. Así, el riesgo relativo indica cuánto más riesgo tienen los expuestos *en relación* con los no expuestos.

La aplicación del Riesgo relativo al estudio de un brote de enfermedad aguda puede verse en el siguiente ejemplo. En la última quincena de mayo de 1991 se presentó un brote de cólera en tres caseríos aledaños de la selva amazónica (población 1.761 habitantes), que afectó a 125 personas y provocó la muerte de 7 de ellas. Durante la primera semana de junio se hizo una encuesta rápida en toda la población sobre su exposición a un conjunto de supuestos factores de riesgo (Quick, 1993). La tabla 3.18 presenta los resultados con relación al consumo de ciertos productos que, se sospechaba, podrían estar implicados en el brote.

Tabla 3.18 Brote de cólera en tres caseríos rurales, selva amazónica, junio 1991

Supuesto factor de riesgo	Enfermaron (n=125)		No enfermaron (n=1.636)	
	Expuestos	No expuestos	Expuestos	No expuestos
Agua no tratada	111	14	1.093	543
Pescado crudo	7	118	14	1.622
Pescado cocinado	17	108	198	1.438
Arroz recalentado	47	78	522	1.114
Tamal de arroz	24	101	272	1.364
Fruta sin lavar	71	54	683	953

De lo que se trata es de determinar si existe alguna *asociación* entre la exposición a los supuestos factores de riesgo y la presencia de cólera en la población. Para ello se procede a construir una tabla 2x2 para *cada uno* de los supuestos factores de riesgo, a saber:

Agua no tratada	Enf.	No enf.	
Expuesto	111	1.093	1.204
No expuesto	14	543	557
	125	1.636	1.761

Pescado crudo	Enf.	No enf.	
Expuesto	7	14	21
No expuesto	118	1.622	1.740
	125	1.636	1.761

Pescado cocinado	Enf.	No enf.	
Expuesto	17	198	215
No expuesto	108	1.438	1.546
	125	1.636	1.761

Arroz recalentado	Enf.	No enf.	
Expuesto	47	522	569
No expuesto	78	1.114	1.192
	125	1.636	1.761

Tamal de arroz	Enf.	No enf.	
Expuesto	24	272	296
No expuesto	101	1.364	1.465
	125	1.636	1.761

Fruta sin lavar	Enf.	No enf.	
Expuesto	71	683	754
No expuesto	54	953	1.007
	125	1.636	1.761

Ahora podremos calcular más fácilmente las medidas de asociación, asumiendo que este es un estudio de cohorte, por tanto, los riesgos relativos en cada exposición serían los siguientes:

$$RR_{\text{agua no tratada}} = \frac{\frac{111}{14}}{\frac{1.204}{557}} = \frac{0,092}{0,025} = 3,68 \quad RR_{\text{arroz recalentado}} = \frac{\frac{47}{78}}{\frac{569}{1.192}} = \frac{0,083}{0,065} = 1,28$$

$$RR_{\text{pescado crudo}} = \frac{\frac{7}{21}}{\frac{118}{1.740}} = \frac{0,333}{0,068} = 4,90 \quad RR_{\text{tamal de arroz}} = \frac{\frac{24}{296}}{\frac{101}{1.465}} = \frac{0,081}{0,069} = 1,17$$

$$RR_{\text{pescado cocinado}} = \frac{\frac{17}{215}}{\frac{108}{1.546}} = \frac{0,079}{0,070} = 1,13 \quad RR_{\text{fruta sin lavar}} = \frac{\frac{71}{754}}{\frac{54}{1.007}} = \frac{0,094}{0,054} = 1,74$$

Parece claro que la exposición que se asocia con más fuerza al hecho de enfermar es el consumo de pescado crudo, así como el consumo de agua no tratada. El riesgo relativo de 4,90 nos indica que la probabilidad de desarrollar cólera fue 3,90 veces mayor en los sujetos que consumieron pescado crudo que en los que no lo consumieron. El riesgo de presentar cólera fue también casi tres veces mayor en aquellos que consumieron agua no tratada que en aquellos que no la consumieron. A la vista de los restantes riesgos relativos, esta evidencia apunta hacia una implicación causal de estos productos en el brote de cólera en estas comunidades amazónicas. Para establecer la asociación estadística se requiere valores de p y el intervalo de confianza, como se puede revisar en el anexo estadístico epidemiológico (módulo 7 de los MOPECE).



Ejercicio 3.5

Con el propósito de evaluar el riesgo materno perinatal en mujeres mayores de 35 años se tomaron los embarazos atendidos en el hospital de primer nivel de una ciudad latinoamericana, entre enero de 2001 y diciembre de 2006. Se excluyeron a las mujeres con menos de 20 años. En el análisis se estableció una comparación entre las mujeres embarazadas primigestas de 20 a 34 años (4.267) y las que tenían entre 35 y más años de edad (189). Se estableció entre otros desenlaces de estudio: la vía de terminación del parto, la presencia de preeclampsia en el embarazo, la hemorragia en el período puerperal y la necesidad de hospitalización del recién nacido. Los datos del estudio se muestran en el tabla 3.19.

Tabla 3.19 Análisis comparativo de desenlaces de estudio en embarazadas primigestas de 20 a 34 años con respecto a las de 35 años y más

Desenlace	Gestante de edad 35 años o más	Gestante de edad 20 a 34 años
Parto por cesárea	62,9%	32,1%
Preeclampsia	16,9%	8,7%
Hemorragia puerperal	2,6%	1,1%
Hospitalización del recién nacido	24,7%	14,4%

- a) Disponga apropiadamente los datos en tablas 2x2 y cuantifique la correspondiente asociación entre exposición y enfermedad.

b) En el espacio siguiente interprete y sintetice sus resultados.

Razón de posibilidades (*Odd Ratio*)

Acaba de aprender que para calcular el riesgo relativo necesita la incidencia de la enfermedad en expuestos y no expuestos y que éstas se obtienen de un estudio de cohortes. Más frecuentemente, cuando se necesita identificar asociación entre exposición y enfermedad se encuentra ante una serie de sujetos que *ya presentaron la enfermedad*. En tal situación se puede recurrir a un estudio caso-control, en el cual se compara la *historia* de exposición de los enfermos con la de un grupo de sujetos similares, pero sanos, al que se llama 'grupo control o testigo'. El diseño caso-control es muy versátil y popular en el campo y es uno de los estudios que permite obtener una medida denominada razón de posibilidades (razón de productos cruzados, razón de ventajas, razón de suertes, razón de momios, *odds ratio*), análoga al riesgo relativo, que estima el exceso de riesgo. Este tema se revisará en detalle en el módulo 5.

COMPARACIÓN DE LA FRECUENCIA DE ENFERMEDAD Y MEDIDAS DE ASOCIACIÓN



Después de revisar las principales medidas de frecuencia y distribución de los eventos en tiempo, lugar y persona, así como la fuerza de asociación, el siguiente paso del enfoque epidemiológico es la comparación de dichas medidas. Esta comparación es la estrategia básica del análisis epidemiológico y el paso fundamental para transformar los datos en información relevante.

Un aspecto central del análisis en epidemiología es la generación de explicaciones tentativas, o suposiciones, respecto a una relación causa-efecto (generación de hipótesis).

Hipótesis: una suposición que se hace de una observación o reflexión que conduce a predicciones refutables.

Hipótesis nula: es una hipótesis estadística en la que una variable no tiene asociación con otra variable o grupo de variables, o que dos o más distribuciones poblacionales no difieren una de otra.

Para la aplicación de pruebas estadísticas a los datos obtenidos, se requiere la elaboración de dos hipótesis: la hipótesis alterna (H_a) y la hipótesis nula (H_0), sobre las cuales se enfocarán los resultados del análisis estadístico. La obtención de datos relevantes y la comparación racional de los mismos es la forma de contrastar las hipótesis sobre la salud y la enfermedad en la población.

Ejemplos:

H_a : La desintegración familiar de los padres provoca autoestima baja en los hijos.

H_0 : La desintegración familiar de los padres NO se relaciona con la autoestima baja en los hijos.

H_a : Cada persona con seis consultas al año al médico es sana.

H_0 : Cada persona con seis consultas al año al médico NO tiene relación con ser persona sana.

La representación sería:

$H_0: H_0 = H_a$

$H_a: H_0 \neq H_a$

MEDIDAS DE ASOCIACIÓN ESTADÍSTICA



En esta sección se revisan los principios y métodos estadísticos básicos que ayudan a los equipos locales de salud a establecer la presencia de una asociación entre la exposición a un factor que se considera de riesgo y la ocurrencia de enfermedad en la población. En términos estadísticos, se dice que dos variables están asociadas cuando existe una relación de dependencia (usualmente de tipo matemático) entre ambas; es decir, el cambio en una de ellas necesariamente se manifiesta como un cambio en la otra.

Asociación: relación de dependencia estadística entre dos o más eventos, características u otras variables. Una asociación está presente si la probabilidad de ocurrencia de un evento depende de la ocurrencia de otro u otros.

En epidemiología, la aplicación del término **asociación** implica la *intención* de establecer una relación de causa a efecto entre una exposición y una enfermedad o evento de salud. Sin embargo, debe tenerse presente que una asociación puede ser fortuita, **espuria** o producida por varias circunstancias y, por tanto, *la presencia de una asociación estadística no necesariamente implica una relación causal* como fuera revisado en el módulo 2 de los MOPECE.

Un factor de riesgo es un determinante social, una característica del comportamiento o estilo de vida personal, constitución genética, o exposición ambiental. Asociado a condiciones relacionadas con la salud consideradas importantes de prevenir. Desde el punto de vista epidemiológico, lo más importante de un factor de riesgo es que se pueda identificar, cuantificar y, en lo posible, modificar o eliminar.

Factor de riesgo: característica o circunstancia causalmente relacionada a un cambio detectable en un proceso de salud relevante, en un resultado o condición en individuos o grupos, asociada con una probabilidad incrementada de experimentar un efecto adverso a la salud. En general, un factor de riesgo es un atributo o exposición que incrementa la probabilidad de ocurrencia de una enfermedad u otro daño a la salud.

Los aspectos que se han revisado en la primera mitad de este módulo corresponden al campo de la llamada estadística descriptiva: la *descripción* cuantitativa de la frecuencia y distribución de los eventos de salud y enfermedad observados en la población. La utilidad de presentar los datos resumidos en tablas y figuras radica en permitir hacer *inferencias* sobre los determinantes de la situación de salud observada en la población y proceder con cierto nivel de confianza a intervenir sobre ellos.

Al inicio de este módulo se pudo observar que el análisis epidemiológico utiliza procedimientos estadísticos diseñados para estimar la probabilidad de que una conclusión acerca de la población de referencia sea correcta o plausible. Se basa en el análisis de datos de una porción de ella (muestra) o en la comparación con otra población, esto corresponde a la estadística inferencial.

En la práctica, para explorar una posible asociación entre exposición y enfermedad se requiere de tres elementos: los dos grupos comparables de la población, la variable exposición para cada grupo y la variable enfermedad en cada grupo.

En general, las variables epidemiológicas de exposición y de enfermedad son continuas o discretas y sus medidas se resumen en promedios o en proporciones. La situación más común en los servicios de salud es la comparación de dos proporciones. Por ejemplo, para evaluar la asociación entre ingreso económico y tuberculosis, se podrían comparar dos proporciones: la incidencia de tuberculosis entre los pobres y entre los ricos.

Las medidas de asociación estadística se basan en las pruebas de significancia. El propósito de estas pruebas es determinar si la presencia de un factor de riesgo evaluado está efectivamente relacionada con la frecuencia de la enfermedad. En dichas condiciones se espera que la prevalencia de exposición a dicho factor, sea más alta entre los que han enfermado o sufrido un daño a la salud que en aquellos aparentemente sanos. (Los aspectos teóricos relacionados con las bases conceptuales escapan a los propósitos de este material. Se recomienda consultar el Apéndice estadístico epidemiológico en el módulo 7 de los MOPECE).

La estadística posee una gran variedad de pruebas de significancia y otros recursos analíticos de utilidad potencial para la práctica epidemiológica. Por otra parte, el desarrollo de la informática y las posibilidades tecnológicas facilitan el acceso a un número cada vez mayor de programas estadísticos de computadora como se mencionó al inicio de este módulo.

Para familiarizar a los equipos locales de salud con las aplicaciones de la estadística, se presenta a continuación una de las pruebas de significancia estadística de mayor utilidad para la práctica epidemiológica de campo.

Comparación de dos proporciones: La prueba Chi Cuadrado

Para ejemplificar el uso de esta prueba estadística, se presenta a continuación una situación en la que se evalúa si existe una asociación estadísticamente significativa entre ciertos tipos de ocupación y el riesgo de contraer una enfermedad en una población. Para esta comparación se utilizan las tablas de contingencia o de 2×2 , como fue visto anteriormente.

En una localidad rural de 760 habitantes, situada en una zona malárica, se observó que en el último año la incidencia acumulada de malaria en campesinos fue de 88,2 por

1.000, mientras que en la población no campesina fue de 55,8 por 1.000. De acuerdo al censo local más reciente, en la comunidad hay 204 campesinos. Interesa saber si la ocupación campesino se asocia a la malaria. Los datos que resumen la situación descrita son:

	Con malaria	Sin malaria			Incidencia por 1.000
Campesino	18	186	204	$I_c = 18/204$	88,2
No-campesino	31	525	556	$I_{nc} = 31/556$	55,8
	49	711	760		

Desde el punto de vista estadístico, interesa conocer si hay diferencia significativa entre las dos incidencias acumuladas. En este caso se puede aplicar una prueba de significancia estadística llamada Chi Cuadrado (χ^2), cuya fórmula es:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

	Enfermo	No enfermo	
Expuesto	a	b	(a+b)
No expuesto	c	d	(c+d)
	(a+c)	(b+d)	n

En la fórmula, "O" se refiere al valor observado en una celda y "E" a su valor esperado. La fórmula trabaja exclusivamente con las celdas centrales de un cuadro, en este caso una tabla 2x2, y hace referencia a las frecuencias observadas en dichas celdas y las que se esperaba ocurrieran (valores esperados) si efectivamente no hubiera diferencia entre las proporciones que se comparan. Los valores esperados para cada celda central se obtienen multiplicando sus totales marginales correspondientes y dividiendo este producto por el gran total:

	Con malaria	Sin malaria	
Campesino	$\frac{E}{n} \cdot 204$	$\frac{E}{n} \cdot 711$	204
No-campesino	$\frac{E}{n} \cdot 204$	$\frac{E}{n} \cdot 711$	556
	49	711	760

Por ejemplo, en la primera celda central (campesino con malaria), el valor observado es 18 y el valor esperado sería: $(204 \times 49) \div 760 = 13,2$. La tabla de resultados para cada celda quedaría así:

	Con malaria	Sin malaria	
Campesino	18 13,2	186 190,8	204
No-campesino	31 35,8	525 520,2	556
	49	711	760

Reemplazando la fórmula:

$$x^2 = \frac{(18 - 13,2)^2}{13,2} + \frac{(186 - 190,8)^2}{190,8} + \frac{(31 - 35,8)^2}{35,8} + \frac{(525 - 520,2)^2}{520,2} = 2,56$$

Para la interpretación del Chi Cuadrado, el valor calculado de esta manera se compara con un valor teórico tomado de la distribución de probabilidades (tabla 3.15). Este valor corresponde al que se esperaría encontrar si los resultados observados ocurrieran puramente por azar. A este valor teórico se le llama *valor crítico*; si el valor calculado es mayor que el valor crítico se concluye que la diferencia no es debida al azar y se dice que es *estadísticamente significativa*, lo que permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna. El valor crítico indica el *nivel de significancia* de la prueba, que expresa la probabilidad de que la diferencia encontrada haya ocurrido por azar (dado que, en realidad, no existan diferencias). Usualmente esta probabilidad se fija en 5% y se denota como $p < 0,05$. Como se mencionó un valor menor o igual a 0,05 no necesariamente denota causalidad.

Tabla 3.15 Valores críticos de X^2 y valor Z a distintos niveles de significancia y confianza estadísticas

Nivel de significancia (p)	Valores críticos		Nivel de confianza
	Chi Cuadrado*	Prueba z**	
0,001	10.83	3,29	99,999
0,01	6.63	2,58	99,99
0,05	3.84	1,96	95,0
0,10	2.71	1,64	90,0
0,20	1.64	1,28	80,0

* Con un grado de libertad (sólo para tablas 2x2)

** Para comparación de dos promedios (ver Apéndice estadístico epidemiológico)

El complemento de esta probabilidad de 0,05 se llama *nivel de confianza*, y es 95%. Para este nivel de confianza de 95%, el valor crítico del Chi Cuadrado, de acuerdo a una tabla de distribución teórica, es 3,84, que corresponde al llamado Chi Cuadrado con un grado de libertad, específico para tablas de 2x2. Los grados de libertad de una tabla se refieren al número mínimo de frecuencias en las celdas centrales que se necesita conocer para poder completar los valores de las demás celdas, dados los valores de los totales marginales. En la situación analizada, el valor observado (2,56) no rebasa el valor crítico (3,84), por tanto se concluye entonces que no se puede rechazar la hipótesis de no-diferencia (de nulidad o H_0). En consecuencia, se puede afirmar con 95% de confianza estadística que la ocupación campesino, en este ejemplo, no está significativamente asociada a la presencia de malaria ($p > 0,05$).

La prueba de Chi Cuadrado es ampliamente usada en epidemiología, especialmente en el análisis de tablas 2x2. Por ello, se ha desarrollado la siguiente fórmula alternativa simplificada:

$$x^2 = \frac{n(ad - bc)^2}{(a + c)(b + d)(c + d)}$$

	Enfermo	No enfermo	
Expuesto	a	b	(a+b)
No expuesto	c	d	(c+d)
	(a+c)	(b+d)	n

que, aplicada a los datos de nuestro ejemplo, proporciona resultados similares:

$$x^2 = \frac{760[(18 \times 525) - (186 \times 31)]^2}{49 \times 711 \times 204 \times 556} = 2,61 \quad (p > 0,05)$$

La decisión sobre el nivel de confianza seleccionado depende de la situación que se analice; por las implicaciones que una decisión tenga, se querrá tener un nivel de confianza mayor o menor, sin embargo el mínimo aceptable es 95%.



Ejercicio 3.6

Durante el otoño de 1990, en una localidad de América del Norte, se reportó la inusual ocurrencia de una enfermedad caracterizada por fiebre, náuseas, edema, dificultad para respirar, taquicardia y, sobre todo, intensos dolores por contractura muscular, acompañada de una marcada elevación del número de eosinófilos, un tipo especial de glóbulos blancos que actúan sobre ciertos procesos alérgicos. En menos de un año se habían reportado más de 1.500 casos de Síndrome Eosinofilia-Mialgia (CDC, 1989). Los estudios epidemiológicos implicaron al consumo de triptófano, un importante aminoácido en la dieta humana, como responsable de la enfermedad; en especial asociado al consumo de un producto popular para combatir la depresión, el insomnio y el síndrome premenstrual.

Pregunta 1. Analice los siguientes datos y evalúe si existe una diferencia estadísticamente significativa en la incidencia de enfermedad entre los dos grupos estudiados según la exposición a triptófano. Emplee una prueba estadística apropiada. Utilice un nivel de significancia igual a 0,05. Interprete los resultados en términos de una hipótesis nula (de no-diferencia). Procese y analice los resultados.

	No. total de enfermos	Incidencia (%)
Expuestos	30	66,7
No-expuestos	36	22,2

REFERENCIAS

Alleyne GAO. Gente sana en entornos saludables. Informe Anual del Director OPS 1998. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud; 1999.

Alleyne GAO. Emerging diseases—What now? *Emerging Infectious Diseases* 1998;4(3):498-500. doi: 10.3201/eid0403.980343

Bonita R, Beaglehole R, Kjellström T. Epidemiología básica, Segunda Edición. Publicación Científica y Técnica N° 629. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud; 2008.

Bortman M. Factores de riesgo de bajo peso al nacer. *Rev Panam Salud Pública* 1998;3(5):314-321.

Bray F, Znaor A, Cueva P, et al. Planificación y desarrollo de registros de cáncer de base poblacional en los países de ingresos bajos y medios. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer IARC; 2016. Disponible en: <http://www.iarc.fr/en/publications/pdfs-online/treport-pub/treport-pub43/indexsp.php> Acceso: 6 de junio del 2017.

Castillo-Salgado C [Editor]. Manual sobre el enfoque de riesgo en la atención materno-infantil. Segunda edición. Washington DC: Organización Panamericana de la Salud; 1999.

Centers for Disease Control. Epidemiologic notes and reports: Eosinophilia-Myalgia Syndrome—New Mexico. *Mortality and Morbidity Weekly Report* 1989;38(45):765-767.

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. Programa Nacional de Registros del Cáncer. Atlanta: CDC; 2015. Disponible en: <http://www.cdc.gov/spanish/cancer/dcpc/about/npcr.htm> Acceso: 6 de junio del 2017.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Bonnefoy J. Indicadores del desempeño en el sector público. Curso-Seminario Políticas presupuestarias y gestión por resultados. República Dominicana: CEPAL; 2006. Disponible en: <http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/2/23992/Indicadores%20de%20Desempe%C3%B1o.pdf>. Acceso: 6 de junio del 2017.

Chamy V, Cardemil V, Betancour P, Ríos M, Leighton L. Riesgo obstétrico y perinatal en embarazadas mayores de 35 años. *Rev Chil Obstet Ginecol* 2009;74(6):331–338. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75262009000600003>

Clayton D, Hills M. *Statistical Models in Epidemiology*. Nueva York: Oxford Univ. Press; 1993.

Colton T. *Estadística en medicina*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.; 1995.

De la Fuente JR, Tapia R. La medición de la salud a través de indicadores. *Rev Panam Salud Publica* 2003;13(1):56-58. <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892003000100018>

Donaldson RJ, Donaldson LJ. *Medicina comunitaria*. Madrid: Editorial Díaz de Santos; 1989.

Fletcher RH, Fletcher SW, Wagner EH. *Epidemiología clínica: aspectos fundamentales*. Cuarta edición. Madrid: Masson, Williams & Wilkins España, S.A.; 2008.

Freund JE, Williams FJ. *Outline of Basic Statistics: Dictionary and Formulas*. Ew York: Dover Publications, Inc.; 2010.

Gordis L. *Epidemiology*. 5th Edition. Philadelphia: W.B. Saunders Co; 2014.

Gore SM, Altman DG. *Statistics in practice*. London: British Medical Association; 1982.

Gregg M [Editor]. *Field epidemiology*. Third edition. New York: Oxford University Press; 2008.

Institute of Medicine (IM). *Vector-borne diseases: understanding the environmental, human health, and ecological connections*. Washington, DC: The National Academies Press; 2008. Disponible en: <http://www.nap.edu/catalog/11950.html> Acceso: 6 de junio del 2017.

Kahn HA, Sempos CT. *Statistical methods in epidemiology*. Ew York: Oxford University Press; 1989.

Katz D, Elmore J, Wild D, Lucan S. *Jekel's Epidemiology, Biostatistics, Preventive Medicine and Public Health*. Fourth Edition. Philadelphia, PA: Saunders; 2014.

Kirkwood BR. *Essentials of medical statistics*. Second Edition. London: Backwell Scientific Publications; 2003.

Lwanga SK, Tye CY, Ayeni O. *Teaching health statistics. Lesson and seminar outlines*. Second edition. Geneva: World Health Organization; 1999.

Miettinen O, *Theoretical Epidemiology: Principles of Occurrence Research in Medicine*. Wiley, New York, 1985.

Ministerio de Ciencias e Innovación, Instituto de Salud Carlos III. Escuela Nacional de Sanidad (ENS). Método epidemiológico. Octubre 2009. Disponible en: http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-publicaciones-isciii/fd-documentos/2009-0843_Manual_epidemiologico_ultimo_23-01-10.pdf Acceso: 7 de julio del 2016.

Moreno-Altamirano A, López-Moreno S, Corcho-Berdugo A. Principales medidas en epidemiología. *Salud Pública Méx* 2000; Vol. 42(4):337-348. Disponible en: <http://bvs.insp.mx/rsp/articulos/articulo.php?id=000641> Acceso: 1 de julio del 2016.

Noite E, McKee M. Measuring the health of nations: Updating an earlier analysis. *Health Affairs*, 27 (1):58-71, 2008. doi: 10.1377/hlthaff.27.1.58

Norell SE. *Workbook of epidemiology*. Oxford University Press, Inc.; New York, 1995.

Norman GR, Streiner DL. *Bioestadística*. Mosby/Doyma Libros, S.A.; Madrid, 1996.

Organización Panamericana de la Salud. *Las condiciones de salud en las Américas*. Volumen I. Edición de 1994. Organización Panamericana de la Salud; Washington DC, 1994.

Organización Panamericana de la Salud. *Clasificación Estadística internacional de Enfermedades y problemas relacionados con la salud, Décima Revisión*. Edición 2015.

Organización Panamericana de la Salud. *Indicadores de Salud: Elementos Básicos para el Análisis de la Situación de Salud*. *Boletín Epidemiológico*, Vol. 22 No. 4, Diciembre 2001. Disponible en: http://www1.paho.org/spanish/sha/be_v22n4-indicadores.htm Acceso: 14 de septiembre del 2016.

Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, *Enfermedades Transmisibles y Análisis de Salud/Información y Análisis de Salud: Situación de Salud en las Américas: Indicadores Básicos 2016*. Washington, D.C., Estados Unidos de América, 2016.

Pastor-Barriuso R. Escuela Nacional de Sanidad (ENS) y Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III [Editor]. *Bioestadística*. diciembre 2012. Disponible en: <http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=21/12/2012-cb253ef873> Acceso: 13 de julio del 2016.

Porta M [Editor]. *A dictionary of epidemiology*. Sixth edition. International Epidemiological Association. Oxford University Press; New York, 2014.

Quick RE, Vargas R, Moreno D, et al. Epidemic cholera in the Amazon: the challenge of preventing deaths. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 1993;48(5):597-602.

Rosner B. *Fundamentals of Biostatistics*. Seventh Edition. Duxbury Thompson Learning; Pacific Grove, 2011.

Schlaepfer Pedrazzin L, Infante Casatañeda. La medición de salud: perspectivas teóricas y metodológicas. *Salud pública de México*, Vol. 32, no. 3 (mar.-abr. 1990) p.141-55. Disponible en: http://bvs.insp.mx/rsp/_files/File/1990/No_2/199032_141-155.pdf Acceso: 1 de julio del 2016.

Terris M. *Desafíos de la epidemiología, Problemas y lecturas seleccionadas*. OPS. *Desafíos de la epidemiología*. 1988, citado en páginas 161

Terris M. *Desafíos de la epidemiología, Problemas y lecturas seleccionadas*. OPS. *Desafíos de la epidemiología*. 1988, citado en páginas 97-99

Vogt P, Burke R. *Dictionary of Statistics & Methodology: A Nontechnical Guide for the Social Sciences*. Fourth Edition. 2011



Organización
Panamericana
de la Salud



Organización
Mundial de la Salud

OFICINA REGIONAL PARA LAS Américas

ISBN: 978-92-75-31980-2



9 789275 319802

