



PASIÓN POR EDUCAR

**UNIVERSIDAD
DEL SURESTE**

ANTOLOGÍA

EPIDEMIOLOGÍA

5TO DE NUTRICIÓN

MTRA YENI CANALES

¿Qué es la Epidemiología?

La Epidemiología estudia los procesos de Salud y Enfermedad que afectan a la población. Se interesa por conocer las características de los grupos que se ven afectados; cómo se distribuyen geográficamente y en el tiempo los eventos de Salud y Enfermedad; con qué frecuencia se manifiestan y cuáles son las causas o factores asociados a su surgimiento.

El término "Epidemiología" proviene del griego, donde "epi" significa arriba, "demos" pueblo y "logos": estudio o tratado. Esto implica que la Epidemiología es el estudio que se efectúa sobre el pueblo o la comunidad, en lo referente a los procesos de Salud y Enfermedad.

La noción de Salud como un concepto positivo, significa algo más que la mera ausencia de Enfermedad. Salud, tal y como es definida por la Organización Mundial de la Salud, es el estado de bienestar físico, psíquico y social, determinado por factores y/o marcadores (sexo, edad, nivel educacional, empleo, ingreso económico, etc.) que se consideran determinantes del estado de Salud o de Enfermedad. Tal vez, la función más importante de la Epidemiología es determinar la frecuencia y las tendencias de exposición a factores o marcadores que se asocian con daño o enfermedad. Se denominan marcadores de riesgo a aquellos atributos que se asocian con un riesgo mayor de ocurrencia de una determinada enfermedad y que no pueden ser modificados (pues la exposición a los marcadores no puede ser evitada). En cambio, la presencia de los factores de riesgo puede ser controlada y prevenida antes del desarrollo de la enfermedad.

Cuando una persona estuvo en contacto con un factor de riesgo y se enferma, decimos que estuvo expuesta a dicho factor. Así, *por ejemplo*, en la exposición al cigarrillo, el grupo de fumadores tiene un riesgo mayor de padecer cáncer de pulmón que los no fumadores; es decir, que el cigarrillo es un factor de riesgo para desarrollar cáncer de pulmón.

Algunos autores consideran que un grupo expuesto a un determinado factor constituye un grupo de riesgo o población de riesgo. Sin embargo, otros consideran que además de importar la exposición al factor, se debe tener en cuenta también la susceptibilidad propia de cada individuo para el desarrollo de la enfermedad, por lo que prefieren definir la población de riesgo como aquella que posee un riesgo mayor de presentar una determinada enfermedad o evento, ya sea por una mayor susceptibilidad a la enfermedad o por la presencia de un determinado factor, o bien, ambas condiciones. Así, en el ejemplo de la exposición al cigarrillo, el grupo de fumadores tiene un riesgo mayor de padecer cáncer de pulmón que los no fumadores. Sin embargo, no todos los fumadores lo desarrollarán.

En resumen, tres son los determinantes principales de los procesos de Salud- Enfermedad: persona, lugar y tiempo. Sus atributos o características pueden ser factores o marcadores de riesgo que "determinan" la aparición de un evento, enfermedad o el estado de Salud. Por eso cada vez que enfrentamos un hecho de naturaleza desconocida nos preguntamos **quié, dónde y cuándo sucede el evento de Salud o Enfermedad.**

A modo de ejemplo, los atributos que pueden comportarse como marcador o factor de riesgo son en el determinante "persona": sexo, edad, raza, estado de nutrición, nivel educacional, ingreso económico; en el determinante "lugar": ubicación geográfica, latitud, clima; y en el determinante "tiempo": estacionalidad, tiempo de evolución o momento de aparición de un evento.

En síntesis, conocer y comprender los eventos de Salud o Enfermedad que ocurren en cierta población requiere describir y analizar el contexto en el que éstos se producen. Ello permite analizar las causas de las enfermedades y actuar para su prevención y control. A partir de estos primeros conceptos, profundicemos la respuesta a la pregunta inicial:

¿Qué es la Epidemiología?"

Clásicamente, la Epidemiología se ocupó del estudio de los factores que causan o están asociados con la enfermedad, así como también del estudio de la prevalencia, incidencia y distribución de las enfermedades que afectan a poblaciones humanas con el objetivo de determinar las formas de prevención y control de estas enfermedades.

Una vez identificados los factores determinantes de la generación y desarrollo de la enfermedad o de la conservación del estado de Salud, la Epidemiología puede evaluar las necesidades de atención y recursos para satisfacer dichas necesidades y medir la eficacia de las medidas implementadas.

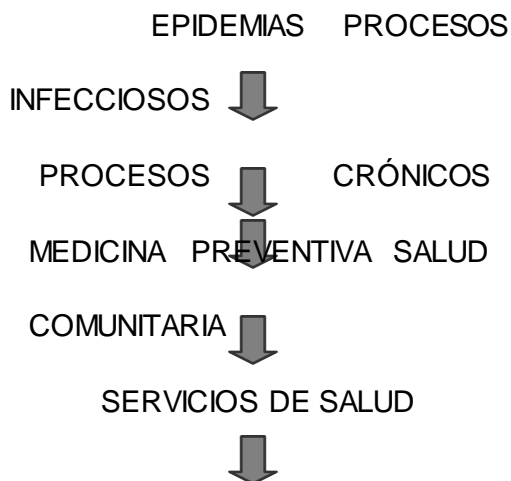
Si se concibe a la Salud, tal como lo expresa la OMS, "como un estado de completo bienestar físico, psíquico y social (y no sólo como la ausencia de enfermedad o de deterioro) que permite al organismo adaptarse y funcionar adecuadamente, habida cuenta de las condiciones endógenas y de los factores ambientales a los que está sometido" resulta evidente que la elaboración de un conocimiento sistemático de los procesos de Salud y Enfermedad que afectan a la población requerirá del aporte de diversas disciplinas (ecología, sociología, medicina, biología, antropología, etc.).

El carácter interdisciplinario de la Epidemiología está ligado a su intención de construir un conocimiento de todo el entorno o contexto en el que se desenvuelven los problemas de Salud (no sólo de Enfermedad) para poder comprenderlos y proporcionar Servicios de Salud más eficaces, eficientes y equitativos a la población de un determinado lugar.

¿Cómo Cambiaron las Concepciones de la Epidemiología en la Historia y Cuáles son sus Tendencias Actuales?

Como ocurre con otras disciplinas, en distintos momentos históricos, se construyeron distintas visiones y prácticas en Epidemiología. En otras palabras, cada época refleja el interés o la preocupación principal de la Epidemiología. Así, *por ejemplo*, se advierte cómo en un momento domina el interés y la preocupación especial por el estudio de las Epidemias. Luego, el foco se orienta hacia los procesos infecciosos. Y después, se enfatiza la importancia de los procesos crónicos, la medicina preventiva y la salud comunitaria

Figura 1. Evolución del interés dominante de la Epidemiología a lo largo del tiempo



Actualmente, la Epidemiología está orientada hacia la administración de los servicios con sus nuevas formas de gestión o gerenciamiento.

Podemos verificar los cambios de enfoques, antes mencionados, al comparar las siguientes definiciones de Epidemiología que diversos autores han dado a través del tiempo.

Analicemos las definiciones en su contexto.

W.H.Frost (1927)

"Ciencia de las enfermedades infecciosas entendidas como fenómeno de masas (o de grupo), consagrada al estudio de su historia natural y de su propagación, con arreglo a una determinada filosofía..."

M. Greenwood (1934)

"Estudio de la enfermedad como fenómeno de masas..."

K.F. Maxcy (1941)

"El campo de la ciencia médica interesado en las relaciones de los varios factores y condiciones que determinan las frecuencias y distribuciones de un proceso infeccioso, una sola enfermedad o un estado fisiológico en una comunidad humana..."

Payne (1965)

"La Epidemiología es el estudio de la salud del hombre en relación con su medio..."

B. MacMahon y T.F. Pugh (1970)

"Estudio de la distribución de las enfermedades en el hombre y de los factores que determinan su frecuencia..."

J.N. Morris (1975)

"Ciencia fundamental de la medicina preventiva y de la salud comunitaria..."

M. Terris (1980)

"Una ciencia extremadamente rica y compleja ya que debe estudiar y sintetizar los conocimientos de las ciencias biológicas, del hombre y de sus parásitos, de las numerosas ciencias del medio ambiente y de las que se refieren a la sociedad humana..."

Jenicek (1996)

"Un razonamiento y un método, propios de un trabajo objetivo en medicina y en otras ciencias de la salud, aplicados a la descripción de los fenómenos de salud, a la explicación de su etiología y a la búsqueda de los métodos de intervención más eficaces..."

Es importante que reflexionemos sobre las siguientes preguntas:

1. *¿Hacia dónde va la Epidemiología?*
2. *¿Qué determina esta tendencia?*

El énfasis inicial de la Epidemiología estuvo en el estudio de las enfermedades infecciosas consideradas "epidemias" tales como el cólera o la viruela, las cuales constituían un serio problema de salud de las poblaciones.

A medida que se ha ido logrando mayor control sobre las epidemias y se ha aumentado la expectativa de vida de las poblaciones, el interés se fue desplazando de las enfermedades infecciosas a las enfermedades crónicas y se tiende a pasar de los estudios basados en la observación, con escaso tratamiento estadístico de los datos, a estudios, en su mayoría experimentales, con sofisticados modelos de análisis estadísticos, como *por ejemplo*, los ensayos clínicos. Asimismo, ha resurgido el interés por la Epidemiología desde espacios

relacionados con las políticas sanitarias y/o la administración de la Salud con miras a brindar servicios más oportunos y eficaces. Pero más allá de estos múltiples intereses, la tendencia siempre fue y será descubrir las causas de Salud y de Enfermedad para profundizar su comprensión con la esperanza de contribuir a mejorar las condiciones sanitarias de la población.

¿Cuáles son los Métodos de Investigación en Epidemiología?

Como ya lo hemos mencionado, la Epidemiología intenta conocer las causas o mecanismos causales de cada evento. Para ello utiliza tres métodos:

Veamos, brevemente, de qué se ocupan cada uno de ellos.

Epidemiología Descriptiva

Su función es describir cómo se distribuye una enfermedad o evento en cierta población, en un lugar y durante un período de tiempo determinado; cuál es su frecuencia y cuáles son los determinantes o factores con ella asociados.

La Epidemiología Descriptiva considera:

- Qué población o subgrupos desarrollan la enfermedad o lo hacen con más frecuencia.
- Cómo la frecuencia de ésta varía a lo largo del tiempo y /o en poblaciones con diferentes características.
- En qué localización geográfica es más o menos frecuente dicha enfermedad.

A partir de la descripción de la distribución de estos eventos, se podrá arriesgar una explicación o "hipótesis" que dé cuenta de las causas que los producen.

Epidemiología Analítica Observacional

Una vez formuladas las hipótesis es posible analizarlas para confirmarlas o rechazarlas con el uso de diferentes técnicas estadísticas, que permiten hacer "inferencias" acerca de una asociación o relación causal entre variables. Los estudios analíticos observacionales analizan la relación existente entre la ocurrencia de una enfermedad y la exposición a determinados factores de protección o de riesgo en diferentes grupos, *por ejemplo*, un grupo que no está expuesto al factor en cuestión y otro grupo que sí lo está.

Epidemiología Analítica Experimental

Este método también examina hipótesis pero lo hace de un modo más "estricto" aún. Es analítica porque también utiliza grupos de comparación pero, en este caso, el investigador no sólo observa y analiza los datos, sino que interviene activamente en el manejo y control de la exposición, especificando las condiciones del estudio, seleccionando los grupos de tratamiento, la naturaleza de las intervenciones, el manejo de los pacientes durante el seguimiento, etc. En cierto sentido "controla" el proceso de la investigación e introduce modificaciones necesarias para su realización.

¿Qué aporta la Bioestadística a la Epidemiología?

Al describir la ocurrencia de una determinada enfermedad en una población en particular y mediante la cuantificación de las observaciones que realizamos, podemos extraer conclusiones acerca del fenómeno observado. Pero cuando queremos comparar nuestros resultados con observaciones acerca de la misma enfermedad en otras poblaciones, o bien en la misma población en diferentes momentos en el tiempo, entonces, comenzamos a necesitar de la Bioestadística como herramienta fundamental de la Epidemiología para la cuantificación

de los fenómenos de Salud-Enfermedad en la población. La Bioestadística nos permite expresar numéricamente las observaciones realizadas.

Por medio de la **Estadística Descriptiva**, podemos clasificar, organizar y resumir los datos que obtenemos, logrando un resumen completo y una visión general del fenómeno que estamos investigando.

Por otra parte, la **Estadística Inferencial**, nos da la posibilidad de que, a partir del estudio de sólo un subgrupo de la población (muestra), podamos estimar o inferir lo que ocurre en la totalidad de la población. Asimismo, nos permite también determinar si la presencia de un evento en particular fue simplemente mera casualidad. Cuando estudiamos el proceso de Salud y Enfermedad, la Estadística Inferencial nos permite conocer lo que ocurre en toda una población a partir del estudio de una muestra, logrando una visión integradora de lo que se desea investigar.

La relación entre la Epidemiología y la Bioestadística para la investigación en Ciencias de la Salud es inevitable y deriva en un beneficio mutuo.

¿Cuáles son las Aplicaciones de la Epidemiología?

La Epidemiología, más allá de sus aportes de investigación, es una disciplina que tiene aplicaciones muy significativas para la prevención de los daños a la Salud de la población y para la planificación, ejecución y evaluación de los Servicios de Salud. Sus estudios permiten:

- Identificar grupos humanos que requieran ser atendidos prioritariamente y relevar sus necesidades y tendencias en la utilización de los Servicios de Salud para tomar medidas correctivas.
- Estimar la situación de Salud de la población y sus tendencias a través de tasas de morbi-mortalidad según sexo, edad, área geográfica y características socioeconómicas (persona, lugar y tiempo).
- Analizar los niveles y las tendencias de exposición de la población a los factores biológicos, sociales, económicos, culturales, políticos y ambientales.
- Facilitar la planificación y programación de acciones de Salud.
- Medir el impacto de los Servicios de Salud y de las intervenciones, así como la eficiencia y eficacia de las decisiones adoptadas.
- Identificar opciones tecnológicas efectivas y seguras que se adapten a la realidad de nuestro país.

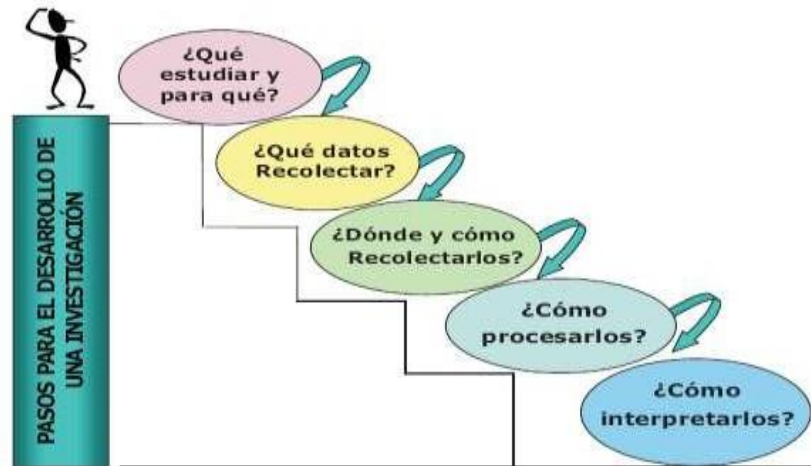
Tipos de Estudios Epidemiológicos

Iniciando un Proceso de Investigación Epidemiológica

Seleccionar el tipo de diseño apropiado para el estudio que Ud. se proponga realizar es muy importante y no tan complejo como parece.

Investigar un evento de Salud implica la realización de una serie de pasos que se presentan en la figura 1. En esta unidad explicaremos cuáles son los pasos iniciales en el proceso de la investigación. En la unidad 3, desarrollaremos diferentes aspectos relacionados con cada uno de los interrogantes que siguen. Es muy importante que a medida que avance en la lectura del texto retenga la imagen de la figura 1, que le permitirá tener una visión global e integrada del proceso de investigación.

Figura 1. Pasos en el proceso de investigación de un evento de Salud



Antes de la selección del diseño de un estudio epidemiológico, se requiere de algunas definiciones. Se trata de la identificación del problema a estudiar y la definición de los objetivos de trabajo. Aunque toda investigación en forma implícita considera estos aspectos, el poder explicitarlos previamente al diseño del estudio ayuda mucho para la selección de la metodología más apropiada. El diseño metodológico del estudio, la ejecución de cada una de las etapas y el posterior análisis de la información estarán subordinados a la definición de estos puntos.

En otros términos, la definición del problema y los objetivos del estudio implica responder:

- *¿Qué estudiar?*
- *¿Para qué?*

Qué estudiar significa definir el problema que deseamos investigar. Para la identificación del problema generalmente nos basamos en diversas fuentes de información y las confrontamos. Por un lado, la propia observación de la situación de Salud del entorno a partir de la visualización de las condiciones de vida y de trabajo, del estilo de alimentación, de la cantidad y tipo de actividad física y muchos otros aspectos, todos ellos visibles para cualquier observador. Por otro lado, la información obtenida de fuentes de datos disponibles (censos, historias clínicas, Registro Civil, etc.), la que nos refiere el tamaño poblacional, la distribución por edad y sexo, tasas de natalidad, mortalidad, morbilidad. También la lectura de bibliografía de otros estudios que se han realizado nos brinda nuevas cuestiones para ser analizadas.

La definición del problema permite focalizar en un campo de estudio. Sin embargo, puede perseguir distintos objetivos. Esto se relaciona con la respuesta al segundo de los interrogantes: "¿Para qué investigar el problema en cuestión?". De acuerdo entonces a los objetivos planteados, se definirá el tipo de estudio que se requiere realizar.

Clasificación de los Diseños de Estudios

Existen numerosas clasificaciones sobre el diseño de los estudios epidemiológicos. Con el objetivos de facilitar su comprensión, hemos seleccionado la que creemos más sencilla y que presentamos en la siguiente tabla.

Tabla 1. Clasificación de los estudios epidemiológicos

I. Estudios Descriptivos	
Poblacionales	→ <ul style="list-style-type: none">• Estudios Ecológicos• Análisis de Situación
Individuales	→ <ul style="list-style-type: none">• Reporte de Casos• Serie de Casos• Estudios de Corte Transversal

II. Estudios Analíticos	
Observacionales	→ <ul style="list-style-type: none">• Estudios Casos-Controles• Estudios de Cohortes
Experimentales	→ <ul style="list-style-type: none">• Ensayos Clínicos• Ensayos Comunitarios o de Campo (Estudios de Efectividad)

¿Qué Tipo de Estudio conviene utilizar?

Los objetivos definen qué preguntas se van a responder y esto a su vez define el tipo de estudio.

- En líneas generales, si Ud. quiere describir la ocurrencia de una enfermedad entonces tendrá que utilizar algunos de los distintos diseños descriptivos

Si tiene datos de una sola persona o de un grupo de personas que experimentaron una determinada enfermedad y quiere describir estos casos debido, por ejemplo, a la rareza de la enfermedad en cuestión, entonces deberá optar por un diseño descriptivo. En esta situación, entonces, lo único que hará es describir detalladamente la enfermedad en uno o varios individuos.

Ejemplos de este tipo de estudios son los primeros reportes de casos que se hicieron en 1941 acerca de la ocurrencia de tromboembolismo pulmonar en mujeres que tomaban anticonceptivos orales.

- Si está interesado en investigar las causas de una enfermedad deberá recurrir a algunos de los diseños que le permitan estudiar la asociación entre determinados factores y una o más enfermedades. Los más apropiados son los estudios analíticos que, a diferencia de los estudios descriptivos, utilizan un grupo de comparación para contrastar la ocurrencia de la enfermedad y el factor de exposición con el grupo de estudio.

Un ejemplo de este tipo de estudios es el clásico de Doll y Hill, quienes a través de un estudio de cohorte pudieron demostrar la asociación entre el hábito de fumar y el cáncer de pulmón. *Otro* puede ser el estudio de un epidemiólogo de Seattle, que observó en un total de 48 mujeres enfermas de Hepatitis, que 7 tenían el antecedente de haberse perforado la oreja en los últimos meses. A través de un estudio de casos y controles demostró que ésta es una vía de transmisión para la Hepatitis B.

Análisis de los Distintos Diseños

Estudios Descriptivos

Poblacionales:  Estudios Ecológicos
 Análisis de Situación

Individuales:  Reporte de Casos
 Serie de Casos
 Estudios de Corte Transversal

¿Cuándo se Utiliza un Estudio Ecológico?

Si tiene datos de toda una población o de diferentes poblaciones y desea comparar la frecuencia de una enfermedad en una misma población en diferentes períodos de tiempo, o bien, entre diferentes poblaciones en un mismo período de tiempo, entonces, tendrá que elegir un estudio ecológico.

Los objetivos fundamentales de los estudios ecológicos son la descripción y exploración de variables relacionadas con la aparición de enfermedad, medidas en una población.

Por ejemplo, cuando se investiga la correlación entre el consumo de carne per cápita y la frecuencia de cáncer de colon en diferentes países.

Observe que en este caso no se analiza el comportamiento de un solo individuo, sino de poblaciones enteras.

Tabla 2. Ventajas y limitaciones de los estudios ecológicos

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none">▶ Económicos y relativamente fáciles de realizar	<ul style="list-style-type: none">▶ Debido a que estudian poblaciones enteras, no pueden extrapolarse las observaciones realizadas al caso del paciente individual ("falacia ecológica")
<ul style="list-style-type: none">▶ Permiten la utilización de bases de datos y registros rutinarios	<ul style="list-style-type: none">▶ Son particularmente susceptibles a presentar sesgos y factores de confusión
<ul style="list-style-type: none">▶ Permiten evaluar la efectividad de medidas de control o prevención a nivel masivo	<ul style="list-style-type: none">▶ No pueden ser utilizados para poner a prueba estas hipótesis, debido a que no utilizan grupo control
<ul style="list-style-type: none">▶ Son fuente de ideas (hipótesis) para otras investigaciones	

¿Cuándo debe Realizarse un Análisis de Situación de Salud?

Los análisis de situación de Salud son estudios que incorporan diferentes métodos y herramientas con el objetivo de caracterizar, analizar e interpretar las condiciones de vida y de Salud de una población, incluyendo sus problemas de Salud y sus determinantes, con propósitos tales como:

- Identificar necesidades, inequidades y prioridades de Salud.
- Identificar fortalezas, debilidades y oportunidades para el desarrollo de las condiciones de vida y de Salud.
- Detectar factores determinantes del proceso Salud-Enfermedad.
- Analizar tendencias y construcción de escenarios prospectivos.
- Planificar programas y acciones de promoción, prevención y control de problemas de Salud.
- Monitorear esos programas y acciones, y evaluar sus impactos.
- Evaluar la pertinencia, cantidad y calidad de los Servicios de Salud.

Se pueden clasificar este tipo de análisis como Coyunturales, *por ejemplo* cuando se elaboran rápidamente para informar sobre una situación emergente (terremotos u otras catástrofes) o de Tendencias, *por ejemplo* cuando se hacen proyecciones sobre la evolución de una determinada situación como número de casos de determinada patología en los próximos cinco años.

Tabla 3. Ventajas y limitaciones de los Análisis de Situación de Salud

Ventajas	Limitaciones
▶ Económicos y relativamente fáciles de realizar	▶ Los estudios de amplios sectores de la población (nacionales y provinciales) pueden enmascarar desigualdades sociales y de Salud y cuando se realizan en sectores más reducidos (Municipios) deben adecuar el enfoque y la metodología a los recursos disponibles a ese nivel. Esto exige en ocasiones la creación de nuevos indicadores
▶ Permite la utilización de bases de datos y registros rutinarios	▶ La validez de estos estudios está estrechamente ligada a la de los registros de los que se originan los indicadores
▶ Permiten describir los problemas de Salud de una comunidad determinada, identificando prioridades y permitiendo organizar los recursos de atención en forma más eficiente	▶ A pesar de que son muy útiles como fuente de hipótesis del tipo causa-efecto, no permiten testearlas, dado que son sólo estudios descriptivos

Hay en nuestro país una gran disponibilidad de datos, muchos de los cuales nunca han sido analizados para generar información relevante para la toma de decisiones en Salud.

El Análisis de Situación de Salud constituye un diseño de investigación que, a través de una metodología relativamente sencilla y de bajo costo, permite realizar un diagnóstico de Salud, detectar problemas y establecer prioridades.

¿Cuándo se Utiliza un Reporte o una Serie de Casos?

Si tiene datos de una sola persona o de un grupo de personas que experimentaron una determinada enfermedad y quiere describir estos casos debido, por ejemplo, a la rareza de la enfermedad en cuestión, entonces, deberá optar por un reporte de caso o una serie de casos, respectivamente. El objetivo de estos estudios es describir y relacionar en forma detallada variables de interés que permitan analizar o comprender fenómenos que no han sido estudiados antes en forma rigurosa o son de reciente aparición. Ejemplos de este tipo de estudios son los primeros reportes de casos de neumonía por *Pneumocystis carinii* en varones homosexuales que originó una indagación profunda que concluyó en la hipótesis de que la enfermedad la causaba un agente con probable vía de transmisión sexual, mucho antes de que se identificara el VIH.

Tabla 4. Ventajas y limitaciones de los reportes y series de casos.

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none">▶ Fáciles de realizar y económicos	<ul style="list-style-type: none">▶ Debido a que incluyen un grupo pequeño y altamente seleccionado de pacientes, no permiten estimar la frecuencia de la ocurrencia descrita o el papel del azar
<ul style="list-style-type: none">▶ Constituyen un medio de vigilancia de hechos raros	<ul style="list-style-type: none">▶ Son particularmente susceptibles a presentar sesgos
<ul style="list-style-type: none">▶ Son fuente de ideas (hipótesis) acerca de la frecuencia de un riesgo enfermedad, pronóstico y tratamiento. Sirven como disparadores de estudios más decisivos sobre patologías	<ul style="list-style-type: none">▶ No pueden ser utilizados para poner a prueba estas hipótesis, debido a que no utilizan grupo control

¿Cuándo se Utiliza un Estudio de Corte Transversal?

Si Ud. desea describir la ocurrencia de una enfermedad y un factor de exposición en una población en un determinado momento en el tiempo, entonces, se decidirá por un estudio de corte transversal. Los estudios de corte transversal analizan datos de un grupo de sujetos de una población determinada en un momento dado y en un lugar determinado.

Los estudios transversales habitualmente no se hacen en un solo día, inclusive pueden llevar meses o años para su realización, y durante la investigación se estudian varios sujetos, pero todos ellos en un momento determinado de su vida. No se los sigue en el tiempo. Es importante que observe que el corte transversal representa un momento en la vida de la persona que está siendo estudiada o entrevistada, no hay un seguimiento de esa persona. Debido a que los estudios transversales enfocan un punto en el tiempo, se llaman también estudios de prevalencia. Este tipo de estudios permite calcular la prevalencia de una enfermedad, no así su incidencia. Por este motivo, tienen escaso valor para el estudio de enfermedades agudas, ya que ellas se caracterizan por su corta evolución y su naturaleza rápidamente cambiante. Sin embargo, los estudios de corte transversal son de gran utilidad para determinar la prevalencia de enfermedades crónicas, de larga evolución, y esta información es de gran valor para la planificación sanitaria.

Si por ejemplo, en una población conocemos la prevalencia de pacientes con artrosis, dado que se trata de una enfermedad de larga evolución, nos permitirá planificar los recursos a mediano o inclusive a largo plazo.

En ocasiones, este tipo de estudios se utiliza para investigar la frecuencia de una enfermedad en presencia o en ausencia de un determinado factor de exposición. Por ejemplo, podría realizarse un estudio de corte transversal para investigar la frecuencia de enfermedad coronaria en individuos sedentarios y en individuos que no lo son. En este caso, se seleccionaría una muestra de la población y se investigaría la frecuencia de la enfermedad (enfermedad coronaria) y la frecuencia del factor de exposición (sedentarismo). Imagínese que se observara que la prevalencia de sujetos sedentarios es notablemente mayor en el grupo de personas con enfermedad coronaria que en el grupo sin esta enfermedad. Esta observación nos permitiría presumir que ambas condiciones se encuentran asociadas. Sin embargo, tanto la exposición como la enfermedad se determinan en el mismo momento en el tiempo. Es muy difícil establecer si la exposición precede la enfermedad o, si por el contrario, la enfermedad ocurre primero. En nuestro ejemplo, el dilema estaría en establecer si los individuos sedentarios tienen mayor riesgo de presentar enfermedad coronaria, o en realidad, aquellos individuos que tienen enfermedad coronaria se encuentran limitados para la actividad por prescripción médica o bien por limitación física, y por ese motivo son más sedentarios. Este tipo de dudas, que surgen en el ejemplo, nos ayudan a reflexionar sobre una de las principales desventajas de los estudios transversales: la dificultad para establecer la relación temporal entre la supuesta causa (factor de exposición) y la enfermedad. Sin embargo, debido a que son más económicos y sencillos de realizar se los utiliza a menudo como primera aproximación para el estudio de una relación causal, y a partir de ellos se elaboran hipótesis que posteriormente pueden ser testeadas con los estudios analíticos.

Tabla 5. Ventajas y desventajas de los estudios de corte transversal.

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Permiten calcular la prevalencia de una enfermedad, por lo que resultan de gran valor para el estudio de la prevalencia de enfermedades crónicas, de utilidad en la planificación sanitaria 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ No permiten calcular la incidencia de una enfermedad. Por este motivo, tienen escaso valor en el estudio de enfermedades agudas, de corta evolución
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Son económicos y de fácil realización 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Son muy susceptibles a la presencia de errores (sesgos y factores de confusión)
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Permiten describir la ocurrencia simultánea de un factor de exposición y una enfermedad, permitiendo generar hipótesis acerca de una particular asociación causal 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ No permiten establecer la relación temporal entre la exposición y la enfermedad, dado que ambas se determinan simultáneamente
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ No permiten testear una hipótesis acerca de una asociación causal determinada

Estudios Analíticos

Como fue indicado anteriormente, los estudios analíticos son apropiados para estudiar las causas de un problema de Salud, estableciendo la asociación en determinados factores.

- Los estudios analíticos se caracterizan por utilizar un grupo de comparación que podría ser cotejado con el grupo de estudio, a diferencia de los estudios descriptivos, que no utilizan grupo de comparación y sólo describen un determinado fenómeno de Salud en una población determinada.

Observacionales:  Estudios Casos-Controles
 Estudios de Cohortes

Experimentales:  Ensayos Clínicos
 Ensayos Comunitarios

Los **estudios analíticos observacionales** son aquellos en donde el investigador no ejerce ningún tipo de modificación en el objeto de estudio. Son de gran utilidad para el estudio de los factores de riesgo de las enfermedades.

Los **estudios analíticos experimentales** son aquellos en donde el investigador ejerce una modificación en el objeto de estudio, introduciendo algún tipo de intervención en la investigación. Por este motivo, este tipo de diseños son muy útiles para estudiar la eficacia de un tratamiento o de una acción preventiva.

Estudios Analíticos Observacionales

Como puede observar en la clasificación de tipos de estudios analíticos en el cuadro anterior, los estudios analíticos observacionales pueden ser estudios de cohortes o estudios de casos y controles. La diferencia fundamental entre ambos tipos de estudios reside en la forma en que se seleccionan los grupos de estudio y de comparación.

- Cuando los grupos comparados se definen por la presencia (o no) de la enfermedad o efecto, el estudio se denomina de casos y controles.
- Cuando los grupos son definidos de acuerdo a la presencia (o no) del factor de exposición, recibe el nombre de estudio de cohorte.

Por ejemplo, si desea evaluar la asociación que existe entre el fumar y el cáncer de pulmón, podremos utilizar un diseño de cohorte o un diseño de casos y controles.

Para el primer diseño, se investiga el efecto de fumar (factor de exposición) en el desarrollo de cáncer de pulmón (enfermedad), a través de la comparación de dos grupos, uno de fumadores y otro de no fumadores, y la observación en el tiempo de la ocurrencia de cáncer de pulmón en cada uno de estos grupos.

En los estudios de casos y controles, por el contrario, en primer lugar se seleccionan los enfermos con cáncer de pulmón (“casos”) y personas de iguales características pero no enfermas de cáncer (“controles”); y en segundo lugar se indagan las características del hábito tabáquico en el período previo al desarrollo de la enfermedad.

Habitualmente, al hablar de los estudios analíticos observacionales, se emplea otra terminología que es conveniente aclarar: retrospectivo y prospectivo. Si el investigador **comienza su investigación** y define los grupos en estudio **después que el evento ha ocurrido**, entonces su estudio será **retrospectivo**



Figura 2. Estudio retrospectivo

Si en cambio, **comienza su investigación** definiendo los grupos de estudio **antes de que se produzca el evento**, entonces su estudio será **prospectivo**.



Figura 3. Estudio prospectivo

Los estudios de casos y controles son, por lo que hemos visto, retrospectivos; los estudios de cohortes pueden ser tanto retrospectivos como prospectivos.

La elección por el diseño de cohorte o de casos y controles para la comprobación de una hipótesis en particular depende de:

- A) **La naturaleza de la enfermedad.**
- B) **El tipo de exposición que se pretende estudiar.**
- C) **La disponibilidad de recursos.**

A) Naturaleza de la enfermedad:

- Si se trata de enfermedades de baja prevalencia deberá optar por un estudio de casos y controles, dado que le permite seleccionar un grupo de individuos que ya han desarrollado la enfermedad.
- Si se trata de una enfermedad de largo período de latencia seguramente deberá optar por un estudio de casos y controles, ya que en este caso tanto la enfermedad como la exposición han ocurrido al momento del inicio de la investigación.
- Si se trata de una enfermedad que Ud. cree que se encuentra asociada con varios factores de exposición, en este caso, la mejor opción será un estudio de casos y controles, porque al seleccionar los grupos por la presencia de la enfermedad, posteriormente podrá indagar múltiples exposiciones. Como en los estudios de cohortes selecciona los grupos de acuerdo al factor de exposición, no podrá investigar más que el factor que define dicha selección.

B) Tipo de exposición:

- Si se trata de exposiciones infrecuentes, los estudios de cohortes son los más apropiados. Habitualmente, se trata de episodios en los que una población determinada estuvo en

contacto con una exposición inusual, cuyos efectos en el tiempo se desconocen. *Un ejemplo* característico de grupos con exposiciones inusuales está constituido por los estudios realizados en la población de Hiroshima con el fin de determinar los efectos secundarios a la exposición a la radiación emitida por la bomba atómica.

- Si se trata de una determinada exposición que puede ocasionar múltiples enfermedades, los estudios de cohortes son los más apropiados. *Por ejemplo*, suponga que se desea estudiar los efectos del tabaquismo en la incidencia de cáncer de pulmón, enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular. En este caso, seleccionará su grupo expuesto (formado por fumadores) y el no expuesto (formado por no fumadores) y los seguirá en el tiempo con el fin de registrar la ocurrencia de dichas enfermedades.

C) Disponibilidad de recursos:

Al hablar de recursos no sólo deberá tener en cuenta los económicos sino también otros, relacionados, por ejemplo, con la disponibilidad de registros precisos y exactos o con la disponibilidad de tiempo.

▪ Registros precisos y exactos:

Este punto es de fundamental importancia para cualquier tipo de estudio, pero es crítico en los estudios de casos y controles en los que a su inicio, tanto la enfermedad como la exposición ya ocurrieron, y por tanto, la información debe recabarse de distintos tipos de fuentes. Es indispensable contar con registros completos y precisos de aquellas personas seleccionadas para la investigación. Lo más frecuente es que falten datos muy necesarios para la investigación, *como por ejemplo* aquellos relacionados con diferentes características que podrían actuar como factores de confusión y que necesitan ser conocidos para poder controlarlos en el análisis de los resultados (sexo, edad, etc.). Esto constituye una de las principales limitaciones para realizar estudios, por eso, debemos tratar de construir y mantener bases de datos lo más completas y actualizadas posibles.

▪ Recursos económicos:

Los estudios de cohortes prospectivos son más costosos, y de mayor duración, en comparación con los otros diseños. Ésta es una de las razones por las que, a pesar de que este diseño sea el más apropiado, finalmente, los investigadores se deciden por alguno de los tipos de estudios retrospectivos, cuya realización es menos costosa y más sencilla.

Tabla 6. Ventajas y limitaciones de estudios de cohorte

Ventajas	Limitaciones
▶ Son útiles para exposiciones raras	▶ Son ineficientes para enfermedades raras
▶ Pueden examinar múltiples efectos de una sola exposición	▶ Pueden ser muy largos y costosos
▶ Pueden establecer relación temporal entre la exposición y la enfermedad	▶ La validez de los resultados puede comprometerse por pérdida de seguimiento
▶ Permiten calcular incidencia y por ende medidas de asociación o efecto	
▶ Presentan menor riesgo de sesgo de menor selección e información	

Tabla 7. Ventajas y limitaciones de estudios de casos y controles

Ventajas	Limitaciones
▶ Son menos costosos y más rápidos respecto de otros estudios analíticos	▶ Son ineficientes para exposiciones raras
▶ Son útiles para enfermedades con largo período de latencia	▶ No pueden determinarse incidencia de la enfermedad
▶ Son útiles para la evaluación de enfermedades raras	▶ No permiten demostrar la relación temporal entre exposición y enfermedad
▶ Pueden examinar múltiples etiologías para una sola enfermedad	▶ Son particularmente susceptibles de presentar sesgos de selección y de información (sesgo de recuerdo)

Estudios Analíticos Experimentales

Los estudios experimentales también utilizan un grupo de comparación, pero a diferencia de los anteriores, el investigador participa activamente especificando las condiciones del estudio, a través de:

- La selección de los grupos de tratamiento.
- La naturaleza de las intervenciones que se realicen.
- El manejo de los pacientes durante el seguimiento, etcétera.

A pesar de que los estudios experimentales permiten un mejor control de potenciales sesgos y factores de confusión, rara vez son factibles cuando se estudian causas de una enfermedad. En esta situación, seguramente, deberá optar por algunos de los diseños observacionales, que no olvidemos, son más susceptibles de presentar errores por presencia de sesgos o factores de confusión, pero que tienen la ventaja de ser éticamente aceptables para el estudio de las causas de las enfermedades.

En ocasiones, se deseará comprobar los efectos de una intervención específica. *Por ejemplo*, de un programa novedoso para promover el autoexamen mamario, o bien, del uso de una nueva droga para el tratamiento de SIDA. En estos casos, el tipo de estudio más apropiado es el experimental, en el cual, como mencionamos anteriormente, el investigador tiene un papel activo, pues lleva a cabo una intervención.

El estudio experimental es ideal para proporcionar pruebas acerca de relaciones causa-efecto en el tratamiento o prevención de enfermedades.

Las características que definen a los estudios experimentales son las siguientes:

- **La intervención:** el investigador “manipula” de alguna manera los sujetos que participan de la investigación y modifica el curso de los eventos por medio, por ejemplo, de la administración de un nuevo tratamiento o de una nueva acción preventiva.
- **El control:** en este tipo de estudios se utiliza un “grupo control” que queda libre de intervención con el fin de comparar su experiencia con la del grupo en estudio. Idealmente

los que participan en la investigación (sujetos e investigadores) deberían desconocer a qué grupo están asignados esto es lo que se llama ensayo doble ciego.

- **La aleatoriedad:** se refiere a que el investigador asigna los sujetos a un grupo control o de intervención por medio de la aleatorización o de una asignación realizada al azar.

Los estudios experimentales son útiles para demostrar los efectos benéficos o de protección de ciertas intervenciones. Sin embargo, no deben ser utilizados para demostrar que un agente determinado es causa de una determinada enfermedad. Sería poco ético dividir a un grupo de personas para que algunas sean expuestas a un factor de riesgo y otras no.

Los ensayos clínicos se realizan sobre un grupo de individuos en el que se valora el resultado de la intervención en cada uno de los individuos de esa población. Pueden ser terapéuticos o preventivos. En el primero de los casos el estudio se realiza en un grupo de pacientes con una enfermedad determinada con el fin de constatar la habilidad de la intervención terapéutica para disminuir síntomas, prevenir recurrencia o disminuir el riesgo de muerte por esa enfermedad. En los ensayos clínicos preventivos lo que se evalúa es la habilidad de una determinada intervención para reducir el riesgo de desarrollar una enfermedad dada en individuos sanos. *Un ejemplo* de ensayo clínico terapéutico es el que demostró la eficacia de la penicilina en el tratamiento de la sífilis.

En los ensayos comunitarios se aplica una intervención en una comunidad y se mide su resultado observando a la comunidad en su totalidad. Estos últimos siguen los principios generales de los experimentos, pero poseen ciertas características de orden general:

- a) se utilizan para evaluar resultados de programas como los de vacunación.
- b) el ensayo se interesa por una población en parte sana que no siempre está dispuesta a colaborar.
- c) la población no es fija, es frecuente que una serie de individuos no sigan el programa, no se presenten a la evaluación de los resultados o abandonen durante el desarrollo del ensayo.
- d) la evaluación del ensayo no sólo incluye la eficacia de la intervención sino también su costo/beneficio, y cumplimiento por parte de la población.

Los estudios que evaluaron la eficacia de la mamografía como screening para el cáncer de mama *son un ejemplo* de ensayos clínicos preventivos. Los ensayos comunitarios más utilizados son los que evalúan la eficacia de programas de inmunizaciones.

Cuándo realizar un Estudio Experimental?

Si lo que se desea es probar la eficacia de una droga o de una acción preventiva en un grupo de individuos, entonces, se realizará un ensayo clínico

El ensayo clínico ideal es aquel que es **controlado, aleatorizado y doble ciego**.

¿Qué significan cada uno de estos términos?

- **Controlado:** utilización de un “grupo control”.
- **Aleatorizado:** asignación al azar del sujeto en el grupo experimental o al grupo de comparación.
- **Doble ciego:** tanto el que indica el tratamiento, como el que lo recibe, desconocen si el sujeto recibe la intervención o el placebo. Este procedimiento disminuye fuentes potenciales de sesgos.

Estos estudios implican:

- La puesta a prueba de un tratamiento clínico.
- La asignación generalmente aleatoria de los sujetos al grupo experimental y al grupo de comparación.
- La obtención de información sobre los resultados del tratamiento en los sujetos de todos los grupos.
- La comparación e interpretación de esos resultados con el fin de evaluar la eficacia de la intervención en cada uno de los grupos de estudio.

Tabla 8 . Ventajas y limitaciones de los estudios experimentales

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Permiten que el investigador controle todas las etapas del estudio, utilizando la asignación aleatoria y el doble ciego, así se reducen al mínimo la presencia de errores sistemáticos. Alta validez interna 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Debido a la rigurosidad extrema en la que se realizan estos tipos de estudios, fundamentalmente los ensayos clínicos, sus resultados a menudo no pueden extrapolarse a la "vida real", en la que no existen todas las restricciones creadas para la investigación. Este hecho disminuye la validez externa de este tipo de estudios
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Constituyen el método más poderoso disponible para probar las hipótesis acerca de las relaciones de causa-efecto con relación a tratamiento y prevención 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Su aplicación se encuentra limitada por cuestiones éticas y morales. La máxima limitación debida a esta razón se encuentra en el estudio de las causas de las enfermedades, en las que debe optarse por un estudio observacional
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Permiten identificar medidas de prevención y determinar la eficacia de una intervención 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Son costosos y habitualmente de larga duración

Investigaciones Operativas

No podemos cerrar esta unidad sin hacer una consideración particular sobre las investigaciones operativas. Estas surgen como modalidad de investigación de desarrollo reciente cuya finalidad inmediata apunta a la resolución de problemas concretos.

La investigación operativa consiste en la aplicación de métodos analíticos, para orientar la toma de decisiones entre diferentes cursos de acción posibles para el logro de objetivos específicos. Dicho de otra manera este análisis permite determinar qué curso de acción tiene mayor probabilidad de alcanzar los objetivos de la manera más eficiente posible.

Las características fundamentales de este tipo de investigación son:

- A) **Orientación prospectiva:** es para ver qué se hace a futuro
- B) **Enfoque hacia la toma de decisiones:** no se limita a producir conocimientos
- C) **Análisis sistemático para encontrar la solución óptima:** propone la mejor salida posible entre las existentes.

Esta modalidad de investigación es conducida a través de una serie de pasos que consiste en:

- 1) Análisis del problema en cuestión.
- 2) Desarrollo de las soluciones posibles.

La investigación operativa es en gran parte un medio de explicitar un proceso lógico de pensamiento que mucha gente persigue al tratar de tomar decisiones.

Cuantificación de los Problemas de Salud

Introducción

Como ya hemos tratado, la Epidemiología intenta describir la distribución y determinantes de la Salud y enfermedad en poblaciones humanas. Si bien esto puede parecerle algo complicado, en realidad, la metodología de investigación no difiere de la que seguramente Ud. aplica durante su práctica laboral, aun en las cosas cotidianas de la vida. Tal como presentamos en la unidad anterior, se reconocen una serie de etapas en el proceso de investigación (figura 1), que se inician con la definición del problema y los objetivos. Sin embargo, es necesario seguir avanzando ya que un paso previo e indispensable para interpretar los procesos de Salud y enfermedad es la cuantificación de los datos observados. Probablemente Ud. se pregunte: "Pero, ¿qué datos debo recolectar y cómo?". Qué y cómo recolectar los datos es lo primero que trataremos en este Módulo.

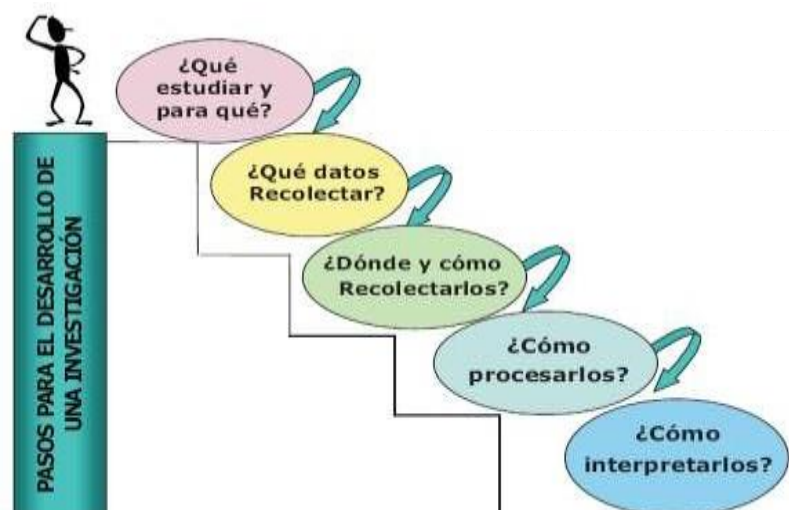
Una vez que comprendamos esto, veremos qué hacer con estos datos, es decir, cómo procesarlos e interpretarlos.

Objetivos de la Unidad

Se espera que al completar el trabajo en esta unidad, Ud. sea capaz de:

- Elaborar un plan de recolección de datos epidemiológicos en función de un problema de Salud local: Reconociendo distintos tipos de variables, seleccionando diferentes fuentes de información, construyendo instrumentos de recolección, procesamiento e interpretación de la información y seleccionando la mejor forma de presentación para sus datos.

Figura 1. Pasos en el proceso de investigación de un evento de Salud



¿Qué Datos Debemos Recolectar para la Investigación?

Un dato es el valor que adopta la variable. Los datos que recolectaremos para nuestra investigación dependen de las variables que escojamos. Ahora, ¿qué es una variable? Si bien a menudo utilizamos este término, poco conocemos acerca de él.

¿Qué es una Variable?

Como su nombre lo indica, "*variable es algo que cambia*".

Por ejemplo:

Peso

Estatura

Frecuencia cardiaca

Edad

Temperatura

Definición:

Una variable puede ser definida como cualquier cualidad del organismo, grupo o situación capaz de adoptar valores diferentes en un mismo individuo o entre individuos.

Si pensamos en los datos del ambiente que nos rodea, observaremos que casi todos los aspectos pueden considerarse variables, precisamente porque las personas y las condiciones ambientales varían. En los fenómenos de la Salud y de la enfermedad es necesario investigar no sólo cómo varían (epidemiología descriptiva), sino también por qué varían (epidemiología analítica).

Ya mencionamos que los datos que recolectamos en nuestra investigación dependen de las variables que seleccionamos y, por otra parte, que casi todos los aspectos pueden considerarse variables. Entonces, ¿qué variables debemos seleccionar? Las variables a estudiar se seleccionan sobre la base de su relevancia para los objetivos de la investigación. Para facilitar el proceso de identificación y selección de las variables, nos será útil conocer los tipos de variables y sus diferentes formas de clasificación.

Tipos de Variables y Formas de Clasificación

Formas de clasificar las variables

Las variables pueden ser clasificadas utilizando diferentes criterios.

Según la función que cumplan en la hipótesis

- Variables dependientes
- Variables independientes

Según la pregunta que responden en el estudio

- ¿Quiénes?: Variables de Persona
- ¿Cuándo?: Variables de Tiempo
- ¿Dónde?: Variables de Lugar
- Variables Dependientes y Variables Independientes

Las distintas variables que se consideran en un estudio mantienen, en general, relaciones entre sí. Muy frecuentemente un estudio se centra no sólo en las características en las cuales hay realmente interés, sino también en una o más características asociadas a ella.

Por ejemplo, no sólo puede interesarnos investigar la ocurrencia de anemia ferropénica en la población infantil de una región determinada en un determinado período de tiempo, sino también, los factores potencialmente causales de esta enfermedad.

Denominamos variable dependiente a aquella variable que el investigador está interesado en comprender, explicar o predecir, mientras que las variables independientes son aquellas que utilizamos para explicar a la primera. Considerando una asociación entre variables del tipo "causa-efecto", la o las causas serán variables independientes y el efecto será la variable dependiente.

En nuestro ejemplo, la variable dependiente sería la ocurrencia de la anemia ferropénica y las variables independientes, los factores que explicarían dicha ocurrencia de la enfermedad.

Variables de Persona, Tiempo y Lugar

Como se mencionó en la unidad 1, tres son los determinantes principales de los procesos de salud-enfermedad: **persona, lugar y tiempo**. Sus atributos o características pueden ser factores o marcadores de riesgo que "determinan" la aparición de un evento, enfermedad o el estado de salud. Por eso, cada vez que desarrollemos un plan de estudio, deberemos preguntarnos en quiénes, cuándo y dónde sucede el evento de Salud o enfermedad.

Las variables que permiten responder concretamente a la pregunta "¿en quiénes sucede el evento?" son conocidas como variables de persona. *Por ejemplo*, al investigar una enfermedad podríamos estar interesados en establecer el sexo de las personas afectadas, su edad, profesión, ingresos, hábitos alimentarios, etc.

Todas éstas son características de las personas enfermas que permiten caracterizar mejor a quiénes afecta la enfermedad en cuestión. Las variables que permiten responder concretamente a la pregunta "¿cuándo sucede el evento?" son conocidas como variables de tiempo. Para medir el tiempo en el que ocurre un evento de Salud existen diferentes formas:

Por ejemplo, el tiempo de calendario es el que más a menudo se utiliza, como en los estudios anuales de mortalidad (del 1º de enero al 31 de diciembre del año en curso). Sin embargo, también podemos utilizar el tiempo cronológico si estamos interesados, *por ejemplo*, en el tiempo que transcurre entre la exposición y el daño, tal el caso de las enfermedades infecciosas: ¿cuánto tiempo transcurre entre la exposición de un susceptible a un paciente con varicela y la aparición de enfermedad?

Si queremos describir la presencia de un patrón cíclico en determinado evento, podemos tomar el caso de los accidentes de tránsito, que acontecen con más frecuencia en horario nocturno y durante los fines de semana.

Las variables que permiten responder concretamente a la pregunta: "¿Dónde sucede el evento?" son conocidas como variables de lugar.

Por ejemplo, si quisiéramos investigar la ocurrencia de tuberculosis en una ciudad, será interesante determinar, entre otras cosas, las características relacionadas con el lugar en el que sucede el evento, como domicilio y zona de residencia de las personas afectadas.

Variables Universales

La definición de las características relacionadas con las personas son de singular importancia para cualquier investigación epidemiológica. Existen dentro del grupo de variables de persona ciertas variables llamadas "universales" por la importancia que tienen en las investigaciones sobre grupos poblacionales, tanto que se sugiere considerar siempre la necesidad de su inclusión. Esto no significa que haya que incluirlas automáticamente, sino simplemente que es necesario valorar siempre la posibilidad de hacerlo. Estas variables universales son: edad, sexo, grupo étnico y cultural, ocupación, nivel socioeconómico y estado civil.

Edad

Siempre que desee realizar una investigación debe considerar la descripción de esta variable. Las variaciones en la frecuencia de distintas enfermedades en función de los cambios de la edad de las personas son la regla. En numerosas ocasiones, esas variaciones de acuerdo a la edad le permitirán conjeturar acerca de los factores responsables del desarrollo de una enfermedad.

Por ejemplo, la frecuencia de la enfermedad cardiovascular en las mujeres jóvenes es mucho menor respecto de la de las mujeres mayores de 50 años. Este patrón de la enfermedad corroborado por diferentes estudios, permitió observar que su frecuencia aumenta a partir de los 50 años, probablemente debido a la menopausia y al descenso de los niveles de estrógenos. Este hallazgo hace suponer la presencia de un efecto protector de las hormonas sexuales femeninas en el desarrollo de la enfermedad cardiovascular. Sin embargo, también se podría pensar que esa diferencia en la frecuencia de la enfermedad podría ser explicada por otros factores: *por ejemplo*, las mujeres mayores de 50 años están habitualmente menos predispuestas a hacer ejercicios físicos, o no tienen tanto interés en "los kilos de más" y llevan una dieta menos equilibrada, etc. Todos estos factores están también asociados con una mayor frecuencia de enfermedad cardiovascular.

Sexo

Al igual que la edad, el sexo es otra variable que se debe considerar. Casi todas las enfermedades ocurren de forma diferente de acuerdo al sexo de las personas. Podríamos citar la mayor frecuencia del cáncer de pulmón en los hombres o del cáncer de mama en las mujeres. A menudo, encontrará en sus investigaciones variaciones en la frecuencia de la enfermedad de acuerdo al sexo

Sin embargo, siempre debe tener en cuenta que en la mayoría de las poblaciones los dos sexos también difieren en cuanto a la distribución por edades. Siempre debe mirar con cuidado las diferencias encontradas entre las distintas frecuencias de la enfermedad en estudio de acuerdo al sexo y edad..

Nivel Socio-económico

El nivel socioeconómico hace alusión, fundamentalmente, a los ingresos percibidos por el individuo o en el grupo familiar. Esta variable se encuentra asociada a muchas y diversas situaciones de Salud, tales como la alimentación, la exposición a factores tóxicos ambientales, el acceso a servicios de Salud, educación, etcétera.

Grupo Étnico y Cultural

El grupo étnico y cultural se refiere al conjunto de personas que guardan similitud respecto de las costumbres (religión, historia, hábitos dietéticos, etc.) y también a la herencia biológica (raza) que los distingue de la población general.

La "raza" (blanca, negra, amarilla) nos permite identificar grupos de personas de color y rasgos físicos comunes. Sin embargo, la definición "grupo étnico" es más amplia y expresa mejor el concepto epidemiológico al que nos referimos, ya que generalmente resulta más útil investigar la frecuencia de una enfermedad para grupos cuyos miembros han vivido juntos y se han casado o entremezclado por un período de tiempo suficiente como para haber adquirido características comunes, tanto por mecanismos biológicos como por mecanismos sociales. No se puede dejar de lado el hecho de que las diferentes etnias se encuentran íntimamente relacionadas con otra variable que es el nivel socioeconómico y muchas veces en realidad lo que se atribuye a determinada raza está en realidad condicionado por el nivel socioeconómico al cual pertenece. Esto se hace aún más evidente con los grupos étnicos que migran, debido a que llevan consigo no sólo el bagaje genético y cultural que le es propio, sino también la carga de los condicionantes que los han llevado a emigrar. En nuestro país, los diversos registros existentes no tienen datos sobre las etnias, por lo que es difícil analizar diferentes perfiles asociados a dicha variable.

Ocupación

Las distintas ocupaciones tradicionalmente se encuentran asociadas a diferentes factores de exposición y por lo tanto a distintas enfermedades. Afortunadamente, se consigna la ocupación en muchos registros llevados en forma sistemática y se usa como variable epidemiológica descriptiva con diferentes objetivos. Esto permite identificar riesgos específicos de Salud asociados a ciertas ocupaciones, *como por ejemplo*, la mayor incidencia de cáncer de pulmón en los trabajadores de minas de carbón.

Estado civil

Esta variable ha sido estudiada en relación con el estado de Salud. El estado civil es más fácil de medir pudiéndose efectuar una rápida división de la población en cuatro grupos mayores: soltero, casado, viudo y divorciado.

La mayoría de los estudios ha demostrado que las enfermedades tienen más incidencia en mujeres y hombres solteros que en mujeres y hombres casados. Si bien existen muchas investigaciones que demuestran la relación entre estado civil casado y Salud, su uso está perdiendo vigencia en la actualidad, pues la mayoría de las características de la vida matrimonial, que muy probablemente tienen un efecto positivo sobre la Salud, está extendiéndose a otros tipos como las parejas que viven juntas o en concubinato.

Definición de Variables

Al realizar una investigación epidemiológica, cualquiera sea el tipo de estudio, no sólo es importante identificar las variables que se toman en consideración, sino definir las con la mayor precisión posible. Debe diferenciarse lo que significa definir teóricamente una variable y lo que significa definirla operativamente, proceso que recibe el nombre de operacionalización de una variable. Operacionalizar una variable es simplemente definir la manera en que se observará y medirá cada variable del estudio y tiene un sentido práctico fundamental.

Por ejemplo, podría definirse como desempleo: "Cualquier persona que no trabaja y busca trabajo". Esta es la definición teórica de la variable. Pero si a esta definición le agregamos "en los 6 meses previos al comienzo del estudio", la convertimos en una definición de tipo operacional. Sin embargo, también podríamos haber definido desempleo como "cualquier persona sin empleo fijo en el último año". La definición teórica de la variable no cambia ("desempleo"), pero la definición operacional es diferente de acuerdo a cómo se elija medir dicha variable.

No todos pueden estar de acuerdo con la forma en que el investigador definió sus variables desde el punto de vista teórico u operacional. Sin embargo, comunicar con exactitud lo que dichos términos significan, permite que el estudio pueda ser reproducido por otros investigadores y comparar sus resultados. Si se desconociera la forma en que se definieron las variables, no se podría establecer si se está comparando lo mismo o cosas diferentes.

¿Cuántas Variables deben Considerarse en un Estudio?

La única respuesta a esta pregunta es: "tantas como sean necesarias y tan pocas como sea posible". No hay un número exacto de variables a considerar en una investigación. Sin embargo, es útil que recuerde que en principio suele seleccionarse una lista enorme de variables, a la que de a poco debemos acotar con sentido común y determinando la relevancia que podría tener la información aportada por cada variable seleccionada.

Por otra parte, deberá tener en cuenta siempre la factibilidad para la recolección y el procesamiento de los datos en el momento de seleccionar las variables de su investigación

¿Cómo se Miden las Variables?

Para poder "medir", cuantificar o clasificar las variables que seleccionamos en nuestra investigación debemos tener en cuenta que existen diferentes escalas de medición. *Así por ejemplo*, si estamos evaluando el sexo de las personas y su edad, rápidamente, percibiremos que ambas variables son diferentes: mientras que la edad puede expresarse en números, el sexo sólo puede medirse en dos alternativas, masculino y femenino. Se reconocen tres tipos de escalas de medición: nominal, ordinal y numérica.

Escala nominal

Se usa para la forma más simple de medición, cuando los datos se distinguen por un nombre que expresa una cualidad, categoría o atributo. Al utilizar este tipo de escala, simplemente, se cuantifica la cantidad de datos que corresponden a cada una de las categorías de la variable. *Un ejemplo es*, cuando se utiliza este tipo de escala para clasificar el grupo sanguíneo de las personas, cuyas categorías son A, B, AB y O. Al utilizar la escala nominal, lo que estamos haciendo es simplemente clasificar los individuos de acuerdo a cada uno de los grupos sanguíneos. La presencia o ausencia de enfermedad también puede ser medida con una escala de tipo nominal.

Los datos valorados en esta escala se llaman observaciones cualitativas, categóricas o atributos. Si el número de categorías posibles es dos, la variable se dice dicotómica o binaria como es el caso del "sexo" (hombre o mujer).

Escala ordinal

Permite establecer una relación de "orden" entre los datos que pertenecen a distintas categorías. La escala ordinal permite clasificar los datos de acuerdo a su posición relativa respecto de otros, en función de una variable determinada. A diferencia de la escala nominal, en la que sólo se clasifican los datos de acuerdo a las categorías de la variable, con la escala ordinal los datos se clasifican en categorías y se ordenan conforme a un determinado criterio. *Por ejemplo*, en la variable "nivel socioeconómico" puede distinguirse un orden entre las categorías: alto, intermedio o bajo. Los individuos con un nivel socioeconómico alto tienen características similares entre sí, pero tienen un nivel socioeconómico mayor que los otros dos grupos. Sin embargo, la medición ordinal no informa acerca de cuánto mayor es un atributo respecto de otro nivel. Volviendo al ejemplo anterior, lo que no puede establecerse es "cuanto más" nivel socioeconómico tiene un individuo de nivel alto con respecto a otro de nivel intermedio u otro de nivel bajo.

Escala Numérica

Las observaciones individuales realizadas con una escala numérica corresponden a cantidades que provienen de mediciones o recuentos y reciben el nombre de observaciones cuantitativas. La escala numérica a su vez puede diferenciarse en:

- **Discreta**, cuando los valores que se obtienen sólo pueden ser números enteros y se originan de recuentos. *Por ejemplo*, número de hijos de una persona; como se imaginará no pueden tenerse 2 hijos y medio, sino 2, 3, 4, etcétera.

- **Continua**, cuando los valores que se obtienen provienen de mediciones y pueden adoptar un intervalo de valores continuo e ininterrumpido, restringido sólo por el grado de exactitud del instrumento de medición. *Por ejemplo*, el peso, la temperatura corporal son ejemplos de variables que pueden medirse con la escala numérica continua.

Como podrá observar, existen variables que sólo pueden medirse con una escala de tipo nominal, *por ejemplo* el sexo, mientras que existen otras variables que pueden medirse con cualquiera de las escalas mencionadas. Es muy importante tener en cuenta que la escala que utilicemos esté estrechamente ligada a la definición operacional dada a cada una de las variables de la investigación.

Operacionalización de una variable y escalas de medición

Tabla 4. Diferentes formas de medir la presencia del hábito tabáquico.

Distintos tipos de Definiciones Operacionales	Escala	Forma de "medir" el Dato
Se considerará la presencia de tabaquismo cuando el individuo refiera fumar o no	Nominal	Fuma No Fuma
La presencia de tabaquismo se considerará de acuerdo al siguiente criterio <ul style="list-style-type: none"> ▶ No tabaquismo: cuando el individuo refiere no fumar ▶ Tabaquismo leve: cuando el individuo refiera fumar menos de 5 cigarrillos/día ▶ Tabaquismo moderado: cuando el individuo refiera fumar menos de 20 cigarrillos/día ▶ Tabaquismo severo: cuando el individuo refiera fumar 20 o más cigarrillos/día 	Ordinal	Ausencia de Tabaquismo Tabaquismo Leve Tabaquismo Moderado Tabaquismo Severo
Se valorará la presencia de tabaquismo de acuerdo a la cantidad de cigarrillos que refiere fumar un individuo por día	Numérica	Cantidad de cigarrillos/día

Como podrá observar en la Tabla 4, tenemos más información si sabemos si un individuo es tabaquista leve, moderado o severo, que si sólo sabemos si el individuo fuma o no fuma. Y aún sabemos más respecto del hábito tabáquico de ese individuo si conocemos la cantidad de cigarrillos/día que refiere fumar.

Las escalas de medición tienen una cierta jerarquía, dado que una escala numérica brinda más información que una escala ordinal, y ésta más que una escala nominal. Es muy importante que al momento de definir operativamente sus variables y al procesar los datos obtenidos tenga en cuenta este concepto. Determinar el tipo de escala que se utilizará para la medición de la variable es de fundamental importancia, ya que los análisis estadísticos posteriores dependerán de la escala de medición utilizada para cada variable.

¿Dónde y Cómo Obtener los Datos para la Investigación?

¿Dónde Recolectar Datos?

Como mencionamos al inicio de la unidad, los datos son los valores que adoptan las variables. Estos datos pueden existir o pueden ser provocados por el investigador. De acuerdo a esto, se reconocen dos tipos de fuentes de datos:

- **Fuentes secundarias o documentales:** de las que obtendremos datos ya "existentes" y que son elaboradas por otras personas o instituciones con fines diferentes a los planteados para una determinada investigación. *Como ejemplo*, pueden citarse los certificados de defunción, publicaciones del censo, registros personales, clínicos y de otros tipos.
- **Fuentes primarias o de recolección directa:** constituidas por el conjunto de datos obtenidos por medio de diferentes métodos "planeados y provocados por el mismo investigador de acuerdo a los fines de su estudio". *Como ejemplo* pueden citarse los datos obtenidos por medio de observaciones, encuestas personales y encuestas auto-administradas.

Fuentes Secundarias de Datos

Como mencionamos, los datos secundarios se obtienen de fuentes que han sido creadas con otros fines diferentes a los de la investigación y que han sido registrados por una o inclusive varias personas. Estas características constituyen las limitaciones más importantes de todos los tipos de fuentes documentales. Sin embargo, resultan muy interesantes y útiles, en determinadas circunstancias, por ser una forma relativamente sencilla de obtener datos.

Lo importante es que podamos reconocer cuáles son las limitaciones propias de cada fuente de datos que utilizamos, para no cometer errores en la interpretación de la información que de ellas se obtiene.

Existen fuentes secundarias de carácter permanente:

- Estadísticas Hospitalarias.
- Estadísticas Vitales elaboradas por la Dirección Nacional de Estadísticas de Salud con datos sobre nacimientos, matrimonios y defunciones provistos por el Registro Civil.

También existen fuentes de carácter eventual, como:

- Los censos.
- Los empadronamientos.
- Encuestas Nacionales, de gran utilidad como fuente complementaria de la información obtenida de los registros permanentes. Estos últimos aportan datos de mortalidad y de morbilidad.

Fuentes Secundarias Permanentes

Las estadísticas vitales mantienen un registro sistemático de los nacimientos, defunciones, defunciones fetales y los matrimonios de la población. La calidad de los Sistemas de Registros de Estadísticas Vitales tienen, en general, una relación directa con el grado de desarrollo socio económico de cada país, con mayor cobertura y calidad de información en los países con más alto nivel socio económico.

En la Argentina, el Sistema está sustentado en el llenado de los certificados e informes de nacimientos y defunciones vinculados a la obligatoriedad de registrar en los Registros Civiles estos hechos vitales. En los certificados, el médico (o notificador) certifica haber comprobado el nacimiento o defunción de una determinada persona colocando sus datos personales, lugar de

ocurrencia y, en el caso de las muertes, hace constar la causa inmediata de la defunción. Esta parte del documento (seis renglones) son completadas por el médico con fines legales y queda retenida en el Registro Civil donde se registra el hecho vital. La segunda parte, más extensa y detallada, es el informe estadístico de nacimiento o de defunción. En el mismo se incluye información más detallada de variables socioeconómicas, factores de riesgo y en el caso de las defunciones la o las causas de muerte, antecedentes e información sobre estados patológicos concomitantes. Este documento se completa precisamente con fines estadísticos y su contenido se encuentra amparado por el secreto estadístico (ley 17.622). Este informe se envía, en la mayoría de las provincias, desde los Registros Civiles locales al Ministerio de Salud Provincial, en otras se envía a Direcciones de Estadísticas Provinciales. Los niveles provinciales codifican y procesan esta información y finalmente las bases de datos son enviadas a la Dirección Nacional de Estadísticas de Salud. Se estima que en la Argentina el registro de las defunciones presenta un sub-registro de la mortalidad real de alrededor de un 2% en todo el país. Por otra parte, a pesar de la importancia de estos documentos y de estar amparado por el secreto estadístico, los informes presentan en ocasiones errores o falta de datos:

- Durante el llenado de los informes de defunción, el médico puede desconocer la verdadera causa de muerte o cómo debe completar el informe; también puede existir desinterés para completarlos, considerando este registro como un hecho administrativo, o bien registrar las causa como "paro cardio-respiratorio", sin entrar en mayores detalles a veces por temores a algún problema de tipo legal.
- También durante el procesamiento la selección y codificación de las causas básicas de muerte pueden diferir según la metodología utilizada por cada codificador, sin embargo, se han hecho grandes avances en este punto durante la capacitación para la implementación de la Clasificación Internacional de Enfermedades 10 revisión, (CIE-10).

En cuanto a los Registros de Morbilidad, los más utilizados son:

Tabla 5. Registros de Morbilidad

Tipos de Registros	¿Qué limitaciones pueden tener este tipo de registros?
<p>Notificación obligatoria: En la mayoría de los países, todo médico tiene la obligación legal de declarar a las autoridades de Salud Pública (denuncia nacional) los casos de determinadas enfermedades. Lo mismo sucede con las denuncias internacionales obligatorias, establecidas en el Código Sanitario Internacional a la OPS/OMS; Paraguay (ARPA), Bolivia (ARBOL), MERCOSUR. Las dos formas de notificación de las enfermedades tienen como objetivo evitar la propagación de enfermedades y la aparición de Epidemias</p>	<p>En general se dan las mismas situaciones que para el certificado de defunción, como el desinterés para completarlos, ya que se ve esta tarea sólo desde el punto de vista administrativo; y tanto los profesionales de la Salud como la población en general desconocen los alcances de este tipo de registro</p>
<p>Registros específicos: En este caso se registran los datos de una enfermedad en particular o de un grupo de ellas de naturaleza similar, <i>como por ejemplo</i> el Registro Nacional de Cáncer en Estados Unidos, y en la Argentina el Registro de Fiebre Hemorrágica Argentina, Tuberculosis, Lepra, entre otros. Otros registros son los registros locales del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires; en el Instituto Nacional Regional de Oncología de Santa Fe: el Registro de Tumores de Concordia y en el Hospital R. De Santamarina de Tandil, Bs. As.</p>	<p>La Argentina carece de registros específicos confiables a nivel nacional, razón por la que es muy difícil realizar estadísticas nacionales</p>
<p>Estadísticas Hospitalarias y demás registros clínicos: En ocasiones, los registros hospitalarios se han utilizado para formular estadísticas de egresos de dichas instituciones agrupados por diagnóstico</p>	<p>Los datos hospitalarios reflejan la morbilidad de sólo una parte de la población, ya que no incluyen a los subsectores Privado ni de Obras Sociales</p>

Fuentes Secundarias Eventuales

El ejemplo más característico de una fuente eventual de datos es el censo. El censo es "el conjunto de operaciones que consiste en reunir, elaborar y publicar datos demográficos, económicos y sociales correspondientes a todos los habitantes de un país o territorio, referidos a un momento determinado" (Naciones Unidas). Estos censos se realizan a intervalos regulares, en nuestro país, cada 10 años.

Fuentes Primarias de Datos

Como mencionamos al inicio, las fuentes primarias están constituidas por el conjunto de datos generados por el propio investigador de acuerdo a los objetivos de su estudio. Este tipo de datos se denominan datos primarios, en contraste con los datos "existentes", denominados secundarios, ya que se originan en este tipo de fuentes.

En líneas generales, el investigador puede recabar datos primarios para su investigación observando el evento que desea investigar o preguntando a las personas, para lo cual entonces utilizará la encuesta como forma de recolección de datos.

Como podrá observar, las fuentes primarias son el producto de la aplicación de diferentes formas de recolección de datos por parte del investigador. Sin embargo, es importante diferenciar fuente de forma de recolección de datos.

Lo que diferencia las fuentes primarias de las secundarias no es la forma de recolección de los datos, sino, como ya mencionamos, el hecho de que en el caso de las fuentes primarias, la recolección de los datos se lleva a cabo a los fines de la investigación. En el caso de las fuentes secundarias, si bien los datos pudieron haber sido recolectados con los mismos métodos, dicha recolección fue planeada y ejecutada por otras personas para otros fines diferentes a los del investigador.

Fuentes y formas de recolección de datos

Para diferenciar estos conceptos daremos un ejemplo:

Un investigador desea estudiar el tabaquismo en su ciudad, para lo cual decide recabar datos de diferentes tipos de fuentes:

Por un lado, decide consultar los datos "existentes" en la Encuesta Nacional realizada en el último año y por otro, decide planificar y realizar una encuesta en su ciudad con el fin de determinar no sólo la prevalencia del hábito, sino también otras características de la exposición (duración, tipo, cantidad, etcétera).

La primera de las fuentes mencionadas es de tipo secundaria eventual, mientras que la segunda es una fuente primaria, porque el investigador la diseña con el fin de poder recolectar datos que le permitan alcanzar los objetivos de su investigación. Sin embargo, la forma de recolección de datos es la misma en uno y otro caso (encuesta).

¿Cómo Recolectar los Datos?

Los datos pueden ser obtenidos mediante tres métodos básicos:

- La Observación: bajo este nombre se incluye el uso de técnicas que van desde la simple observación a otro tipo de mediciones que pueden realizarse tanto in vivo (medición de la presión arterial) como in vitro (en el laboratorio).
- Los Registros: es un método de recolección de datos sistemático, periódico, continuo y en algunas ocasiones permanente. Este método de recolección genera datos generalmente de tipo secundario. El ejemplo característico son las estadísticas vitales.
- Las Encuestas: es un método de recolección de datos sistemático pero eventual, de corte transversal. Como vimos, cuando se realizan en el total de la población se denominan censos.

Las encuestas producen generalmente datos de tipos primarios, aunque como

mencionamos en el apartado anterior también pueden ser utilizadas para generar datos que se constituirán en fuentes secundarias eventuales (Censos y Encuestas Nacionales).

No existe un método o instrumento perfecto para la recolección de datos: todos tienen sus ventajas y sus limitaciones, por lo que no es infrecuente que el investigador combine dos o más de ellos para recoger los datos deseados.

Encuestas de Salud

Las encuestas constituyen una de las formas de recolección de datos más utilizadas por los profesionales de la Salud en sus investigaciones. En las encuestas, el área de investigación o el problema de interés debe estar claramente definido. Para ello puede ser útil el tratar de responder las siguientes preguntas

1. ¿a quién se va a encuestar y/o entrevistar?
2. ¿qué objetivo se persigue?
3. ¿cuándo y dónde será conducida la encuesta y/o entrevista?
4. ¿qué se espera encontrar y por qué?

En la encuesta se recolecta información preguntando a los individuos acerca de un área definida de investigación o un problema de interés. La forma de preguntar a los individuos puede ser personalmente (mediante entrevistas personales o en forma telefónica) o por correo.

El instrumento que se utiliza para la recolección de datos es un cuestionario, el que puede ser leído por el encuestador en entrevistas personales o puede ser autoadministrado (es decir, leído y respondido por el encuestado).

Existen varios métodos para poner en práctica una encuesta, pero los principales son las encuestas personales (entrevistas) y las encuestas auto-administradas (por correo o en forma personal).

Encuestas Personales: Entrevistas

Para la recolección de datos se entrevistan a aquellas personas que serán objetos de estudio. Estas entrevistas pueden hacerse en una forma flexible, no estructurada, de modo tal que el contenido, la formulación y el orden de las preguntas sean diferentes de entrevista a entrevista o, por el contrario, en forma estructurada, con un cuestionario preelaborado.

Ventajas y limitaciones de las entrevistas no estructuradas

- Al no imponer límites al entrevistado, permiten mayor profundidad en la información.
- Al incluir temáticas no prefijadas, permiten mayor riqueza.
- Los datos obtenidos son más difíciles de analizar e interpretar.
- Se analizan e interpretan por métodos distintos que no permiten cuantificación.
- Requieren la inversión de un tiempo prolongado para entrevistar a cada persona.
- El número de personas entrevistadas en la mayoría de las situaciones suele ser pequeño.
- Requieren entrevistadores calificados.

Ventajas y limitaciones de las entrevistas estructuradas

- Permiten recoger toda la información requerida en un tiempo determinado.
- Son costosas en tiempo y dinero porque requieren la preparación de un protocolo analítico y un entrevistador por cada entrevistado.
- Deben ser realizadas por entrevistadores entrenados para evitar posibles sesgos y errores.

Encuestas Auto-administradas

Este procedimiento consiste en la entrega a la persona de una serie de preguntas que ella lee y contesta por sí misma sin mediar la acción de un entrevistador.

¿Cuándo debería utilizarse?

- Cuando dispone de menos tiempo y recursos económicos.
- Cuando investigue aspectos delicados o de carácter personal.
- Cuando no tenga la posibilidad de contar con personal calificado para realizar entrevistas.
- Cuando necesite obtener respuestas de muchas personas o de personas que viven en lugares diferentes, ya que pueden enviarse por correo.
- Limitaciones de encuestas auto-administradas
- Tienen un número menor de respuestas por parte de las personas.
- Exige un determinado nivel de comprensión y habilidades por parte de quienes deben cumplimentarlos.

¿Cómo diseñar una encuesta?

- Algunas recomendaciones respecto de las preguntas que se realicen en una encuesta:

Deben ser claras, estar focalizadas y tener un objetivo preciso.

- Deben ser breves.
- No deben exigir recuerdos con demasiada exactitud.
- No se debe enfatizar demasiado al preguntar algo ya que puede inducir sesgo de respuesta.
- No se deben usar palabras ambiguas que tengan más de un significado.
- Es importante reservar las preguntas sobre información personal para un momento avanzado de la encuesta.
- Los aspectos éticos en relación con la información brindada y la calidad de las preguntas siempre deben ser considerados. Se debe asegurar al encuestado la confidencialidad de la información recolectada

¿Cómo Procesar los Datos?

Una vez que se han recolectado los datos necesarios, es importante organizarlos o agruparlos de alguna manera para poder "manejarlos" más fácilmente. Sin la ayuda de la Bioestadística, los datos recolectados para una investigación podrían resultar algo así como una masa caótica de números. La presentación de estos datos en tablas o gráficos permite apreciarlos con mayor claridad, permitiendo explorar la información antes de analizarla. Mientras que las tablas aportan una descripción más detallada de los datos, los gráficos permiten observar los patrones generales. Veremos, entonces, cómo organizar los datos en tablas y, posteriormente, cómo presentarlos en gráficos.

Presentación de Datos en Tablas

Para organizar los datos y presentarlos en forma de tabla lo primero que tenemos que hacer es agrupar a los individuos o unidades del estudio (personas, viviendas, enfermedades, etc.) según alguna de sus características. La forma de agrupación dependerá de la escala que hayamos utilizado para medir la variable.

- Si la escala que utilizamos es nominal u ordinal deberemos agrupar los datos de acuerdo a las diferentes categorías de la variable.
- Si la escala que utilizamos es numérica discreta, deberemos observar el rango de valores diferentes que adoptó esa variable. Si este rango es pequeño, entonces los datos se agruparán de acuerdo a cada uno de los valores de la variable. Pero si dicho rango de valores es muy amplio, entonces, deberán construirse intervalos.

Por ejemplo, si la variable es "número de consultas en un año" y el rango va desde individuos con 1 consulta a individuos con hasta 20 consultas en el año, convendrá establecer intervalos como:

1. Individuos con 0-4 consultas al año
2. Individuos con 5-9 consultas al año
3. Individuos con 10-14 consultas al año
4. Individuos con más de 15 consultas al año

Este procedimiento es más apropiado que contar para cada valor de la variable, el número de individuos que reunieron esa característica:

1. Individuos con 1 consulta al año
2. Individuos con 2 consultas al año... hasta llegar al último valor posible de la variable.
 - Si la escala que utilizamos para medir la variable es numérica continua, siempre deben formarse intervalos o clases.

Una vez lograda la agrupación de los datos en diferentes categorías o intervalos, determinar la frecuencia de observaciones en cada categoría o intervalo de la variable y construir la Tabla de Distribución de Frecuencias, en el primero de los casos, y la Tabla de Frecuencias con Intervalos de Clases, en el segundo de los casos.

Tabla de Distribución de Frecuencias

La tabla de distribución de frecuencias permite ordenar el número de individuos que pertenecen a cada categoría de la variable. La frecuencia de observaciones en cada categoría puede expresarse como una frecuencia absoluta (total de observaciones en una determinada categoría) o como una frecuencia relativa (proporción o porcentaje en que un atributo o cualidad se manifiesta dentro de una determinada categoría).

Como confeccionar una Tabla de Frecuencias

Tomemos, *por ejemplo*, una población formada por 500 personas, que estudiaremos en función de la variable "gravedad de la enfermedad".

Si decimos que, del total de la población (500), 200 personas están enfermas, estamos definiendo la frecuencia absoluta de enfermos ($f = 200$).

La frecuencia relativa puede expresarse como una proporción o como porcentaje, en ambos casos estaremos diciendo lo mismo de maneras diferentes.

- Como proporción: dividiendo el número de casos por el total de los casos examinados. En nuestro ejemplo sería $200/500 = 0,4$ de los sujetos están enfermos.
- Como porcentaje: multiplicando este número por 100, $0,4 \times 100 = 40\%$ de los sujetos están enfermos.

Si de las 200 personas enfermas 50 están graves, podremos elegir dos alternativas diferentes para calcular la frecuencia relativa (fr) de casos graves:

- Frecuencia relativa de casos graves en relación al total de individuos estudiados: dividir la cantidad de casos graves (50) por el total de la población examinada (500), en cuyo caso la frecuencia relativa es igual a 0,1 (proporción) o 10% (porcentaje).

Tabla 6. Cantidad de enfermos graves en el total de la población (n=500)

	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa o Proporción	Porcentaje
Enfermos graves	50	0,1	10%

Frecuencia relativa de casos graves en relación al total de individuos enfermos: dividir el número de enfermos graves (50) por el total de personas enfermas (200), en cuyo caso la frecuencia relativa es 0,25 (proporción) o 25% (porcentaje).

Tabla 7. Cantidad de enfermos graves en el total de la enfermos (n=200)

	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa o Proporción	Porcentaje
Enfermos graves	50	0,25	25%

La variable "gravedad de la enfermedad" puede agruparse en las categorías "enfermos graves", "enfermos moderados" y "enfermos leves". Los datos correspondientes pueden presentarse en una tabla de distribución de frecuencia (Tabla 8).

Tabla 8. Distribución de enfermos según gravedad de enfermedad (n=200)

"Gravedad de la enfermedad"	Frecuencia absoluta	Proporción	Porcentaje
Enfermos leves	50	0,25	25%
Enfermos moderados	100	0,50	50%
Enfermos graves	50	0,25	25%
TOTAL	200	1,00	100%

Es muy importante tener en cuenta ciertos aspectos al trabajar con porcentajes:

- Cuando exprese la frecuencia de observaciones en forma de porcentaje, siempre informe el dato del numerador y el denominador con el que está trabajando.
- La ventaja de los porcentajes es que permiten comparar grupos de diferentes tamaños con una única medida. La desventaja es que puede perderse perspectiva si sólo se informan los porcentajes.

Por ejemplo, decir que el tratamiento fue eficaz en el 20% de los pacientes tratados, puede ser cierto tanto para 1 paciente entre 5 tratados, como para 1.000 pacientes entre 5.000 tratados.

- El porcentaje suele expresarse junto con el denominador o número total de la muestra encerrados por paréntesis: 20 % (5.000).
- Cada vez que lea porcentajes, verifique los numeradores y denominadores y recalculé cada porcentaje.
- Un problema característico con los porcentajes ocurre cuando los mismos se expresan no para el total de la población, sino para una muestra de la misma. *Por ejemplo*, de cada 1.000 hombres con enfermedad cardiovascular, 800 (80%) tuvieron colesterol alto; de estos 800, 250 (31%) fueron sedentarios. El 31% es 250/800, no 250/1.000.

- No es conveniente utilizar porcentajes cuando el denominador es un número muy pequeño (Denominadores menores que 20).
- Especialmente con muestras pequeñas, los porcentajes pueden ser muy confusos, porque su magnitud puede ser mucho mayor que el número absoluto que representa: Supongamos un informe efectuado sobre la evolución de 3 pacientes. "En ese estudio, 33% de los pacientes (1 paciente) sobrevivió, 33 % (1 paciente) murió y del tercer paciente se perdieron los datos." El uso de porcentajes en casos como este lleva a confusión y no sirve para simplificar la presentación de los datos.

Otra forma de expresar la frecuencia de observaciones respecto de una variable determinada, es utilizando la "**frecuencia acumulada**". La frecuencia acumulada es el número o porcentaje de observaciones para un valor dado de la variable más todos los valores menores.

Por ejemplo, en un estudio se realizó una encuesta a 120 pacientes diabéticos y se determinó el "número de hospitalizaciones que refería haber presentado en el último año".

Los datos fueron volcados en la tabla que se presenta a continuación (Tabla 9).

Tabla 9. Tabla de frecuencias del "Número de hospitalizaciones en el último año"

Número de hospitalizaciones	Nº de individuos (f)	Frecuencia relativa % (fr%)	Frecuencia acumulada % (fa%)
0	22	18,4 %	18,4 %
1	39	32,5 %	50,9 %
2	31	25,8 %	76,7 %
3	16	13,4 %	90,1 %
4	8	6,6 %	96,7 %
5	3	2,5 %	99,2 %
6	1	0,8 %	100,0 %
TOTAL	120	100,0 %	

Si quisiéramos establecer cuántos de los 120 pacientes diabéticos encuestados referían haber presentado 1 o menos de 1 internación en el último año, sabríamos por la tabla, que fue del 50.9%

Tabla de Frecuencias con Intervalos de Clase

Cuando la variable cuyos datos pretendemos organizar fue medida con una escala numérica continua o con una escala numérica discreta pero con un rango amplio de valores deben construirse intervalos y presentar esta información en una tabla de frecuencias con intervalos.

Por ejemplo, en el caso de la variable "nivel de ácido úrico en sangre" utilizaríamos una escala numérica continua para su medición y los datos deberían agruparse en intervalos para facilitar su interpretación (Tabla 11).

Tabla 11. Tabla de frecuencias: "Niveles de ácido úrico en la población X"

Intervalos	Nº de individuos (f)	Frecuencia relativa % (fr%)	Frecuencia acumulada % (fa%)
3.0-3.9	17	6,3 %	6,3 %
4.0-4.9	73	27,2 %	33,5 %
5.0-5.9	101	37,7 %	71,2 %
6.0-6.9	54	20,1 %	91,3 %
7.0-7.9	18	6,7 %	98,0 %
8.0-8.9	4	1,5 %	99,5 %
9.0-9.9	1	0,5 %	100,0 %
TOTAL	268	100,0 %	

Los extremos de estos intervalos son llamados límites, distinguiéndose el límite inferior de cada intervalo (3,0; 4,0... en nuestro ejemplo) y el límite superior (3,9; 4,9...). La diferencia entre el límite superior y el límite inferior se denomina amplitud del intervalo.

Con la agrupación de los datos en intervalos se gana en comodidad, pero se pierde información, ya que una vez agrupados, todos los datos pertenecientes a un intervalo serán identificados para el análisis posterior con un punto medio o marca de clase de ese intervalo. Para calcular dichas marcas de clase se realiza la siguiente fórmula:

$$\text{Marca de clase del Intervalo} = \frac{\text{Límite superior} + \text{límite inferior}}{2}$$

Retomando nuestro ejemplo de los niveles de ácido úrico, la marca de clase para el primer intervalo sería:

$$\text{Marca de clase} = \frac{3,99 + 3,0}{2} = 3.5$$

¿Cómo hacemos para construir los intervalos?

Estas recomendaciones sirven a los fines de orientar la construcción de intervalos, sin embargo, se debe tener en cuenta que no son reglas rígidas, sino que deben adaptarse tanto a los datos que trabajamos como a los propósitos que persigamos en la investigación

El número de intervalos recomendable es aquel que permita presentar los datos de manera resumida sin enmascarar la información esencial. La utilización de demasiados intervalos difiere poco de la tabulación original de los datos, y un número demasiado reducido puede enmascarar información esencial.

- En lo posible construir intervalos de igual amplitud, esto en general es útil si los datos tienen distribución normal, *como por ejemplo* en el caso de dosaje de albúmina en mujeres mayores de 50 años. Si esto no es así conviene presentar los datos divididos por centilos, cuartiles, etc., es decir, presentando los datos de acuerdo a su dispersión y no a los valores que asume.
- Los intervalos construidos deben ser mutuamente excluyentes, esto es: si se desea dividir las edades de los individuos participantes en un estudio en intervalos de 10 años, obtendremos lo siguiente:

Grupo a- 0 a 9 años

Grupo b- 10 a 19 años

Grupo c- 20 a 29 años

De este modo se evita la mala clasificación de los sujetos, así una persona con 1 años 11 meses y 25 días ingresará en el grupo B

- Para determinar los intervalos es recomendable:
 1. Identificar el dato correspondiente al valor máximo y el correspondiente al valor mínimo
 2. Determinar la diferencia entre estos dos valores (rango)
 3. Dividir esta diferencia por el número de intervalos que se desea obtener para identificar así la amplitud de cada intervalo.

Presentación de Datos en Gráficos

En ocasiones, preferirá representar gráficamente sus datos, con el objeto de obtener una rápida impresión visual del conjunto. Para ello podrá utilizar diferentes tipos de gráficos, pero lo que nunca debe olvidar son las siguientes premisas:

El gráfico debe ser sencillo y explicarse por sí mismo.

- No intente graficar "todos" los datos que tiene en un solo gráfico; por el contrario, es preferible que no contenga demasiada información y su lectura sea fácil.
- Utilice un diseño atractivo, pero sin deformar los hechos que está describiendo.
- Seleccione el gráfico más apropiado de acuerdo al tipo de variable y la escala de medición utilizada para medirla.

El tipo de gráfico está condicionado por el tipo de escala utilizada para medir la variable que desea graficar.

Principales Tipos de Gráficos

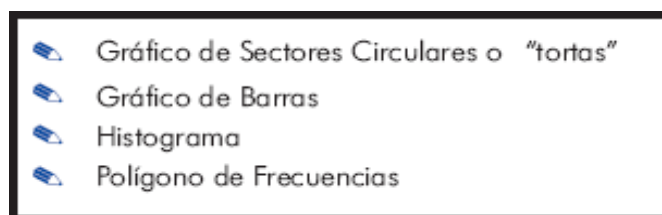


Gráfico de Sectores Circulares

Consiste en un círculo dividido en sectores con áreas proporcionales a la frecuencia con que se presenta cada categoría.

¿Qué tipo de datos suelen presentarse de esta manera?

Habitualmente se utiliza este tipo de gráfico para presentar datos que se miden con una escala nominal, pero también puede utilizarse para variables ordinales o numéricas discretas con un rango pequeño de valores.

¿Qué errores puede cometer cuando utilice este tipo de gráfico para presentar sus datos?

- Representar una variable formada por múltiples categorías con una baja frecuencia de observaciones por categoría; en estos casos resulta más conveniente agruparlas y así facilitar su comprensión.
- Al igual que en el caso de los porcentajes, omitir el número total de individuos estudiados (n). Este valor es muy importante porque la interpretación del gráfico es muy diferente de acuerdo al tamaño de la población cuyos datos se están representando. En este sentido, *por ejemplo*, no es lo mismo un área correspondiente a un 20% de un gráfico circular que representa los datos de una población formada por 10 personas que la de una formada por 1.000.

Construiremos, ahora, un gráfico circular con los datos del ejemplo 1 sobre grupo

Sanguíneo.

Gráfico 1. Sectores Circulares

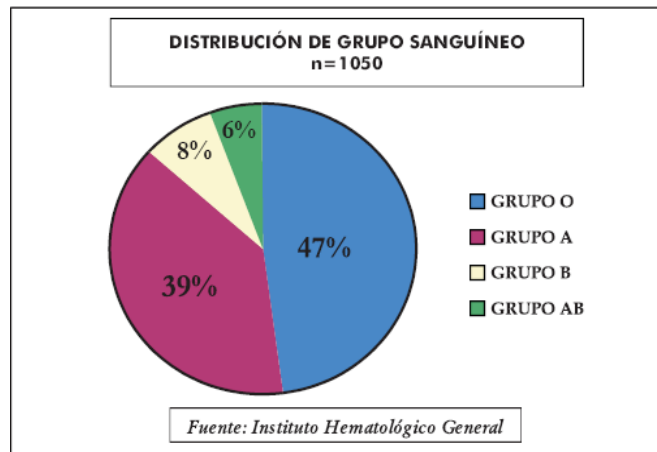


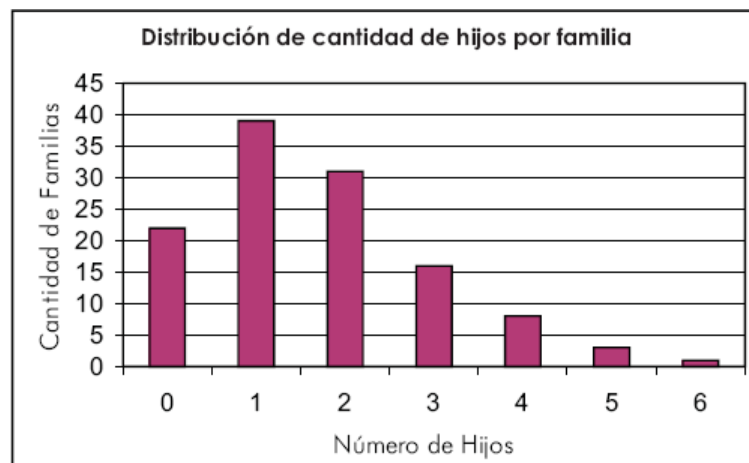
Gráfico de Barras

Este tipo de gráficos se construye dibujando barras o rectángulos en los cuales la longitud indica la magnitud o la frecuencia de cada categoría de la variable.

¿Qué tipo de datos suelen presentarse de esta manera?

Se utiliza para representar la distribución de frecuencias de variables en escala nominal, así como para variables en escala ordinal y numérica discreta cuando el rango de valores de la variable es reducido, como en el ejemplo anterior. Como podrá apreciar, en el eje horizontal se indican los valores de la variable y en el vertical sus correspondientes frecuencias.

Gráfico 2. Gráfico de Barras



Imagínese ahora, que recolectó datos sobre sexo y número de caries de una población.

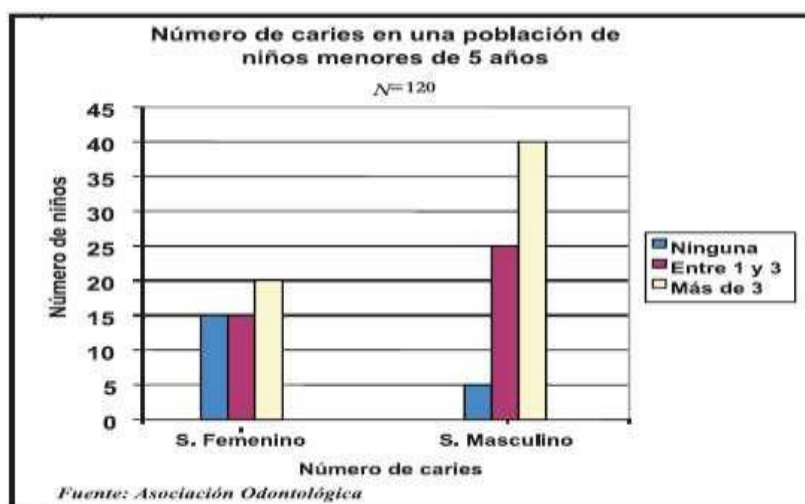
En este caso, por tratarse de una variable nominal (sexo), en la base de la barra deberá indicar cada una de las categorías de la variable sexo.

El número de caries podrá agruparse en...

1. Ninguna caries
2. Entre 1 y 3 caries
3. Más de 3 caries

... en un gráfico de barras como el que sigue:

Gráfico 3. Gráfico de Barras



Observe que este gráfico es algo más complejo que el anterior, pero en él pudimos representar no sólo la frecuencia de caries en los niños de cada sexo, sino también el número de niños que se encontraron en cada una de las categorías de la variable número de caries.

Como puede observar, el gráfico de barras es muy útil para comparar no sólo la distribución de frecuencias de las diferentes categorías de una variable, sino también la distribución de acuerdo a más de una variable.

Histograma

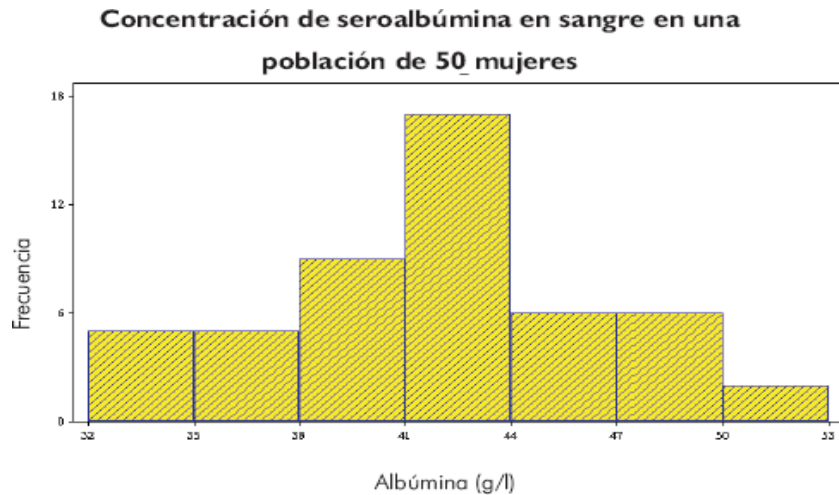
Los histogramas se utilizan para representar una distribución de frecuencias de una variable medida con una escala numérica continua. Es una representación gráfica análoga al gráfico de barras. Se puede decir que el histograma es un conjunto de rectángulos contiguos levantados sobre los intervalos de la variable y cuya área es proporcional a la frecuencia. A diferencia del gráfico de barras, la información que un histograma comunica es del área de las barras que lo constituyen, y no ya sólo de su altura. Por ello, si la amplitud de los intervalos no varía, las áreas son proporcionales a las alturas y las frecuencias están representadas tanto por las alturas como por las áreas. Si los intervalos fueran de diferente amplitud, la altura de las barras deberán modificarse para conservar el área correcta.

¿Cómo construir un histograma?

En este punto, le proponemos que repase los datos que Marta, la bioquímica, había recolectado acerca del nivel de seroalbúmina en muestras de sangre de 50 mujeres que presentamos en la Ficha Instrumento N° 9. Marta había mejorado su conocimiento sobre tablas y gráficos y decidió construir un histograma, dado que la concentración de seroalbúmina en la sangre era una variable numérica continua.

- Toda vez que construya un histograma, tenga en cuenta que estos se utilizan para representar la frecuencia de variables medidas con la escala numérica continua y que en este caso la frecuencia de cada intervalo está representado por el área de la barra, no por su altura.

Gráfico 4. Histograma



Polígono de Frecuencias

Se utilizan para representar una distribución de frecuencias en los mismos casos en que se utiliza el histograma, pero en la mayoría de las veces a fin de comparar dos o más distribuciones en un mismo gráfico. Se construyen uniando los puntos medios de las bases superiores de los rectángulos del histograma con segmentos rectilíneos. Se debe continuar la línea hasta las marcas de clase de intervalos hipotéticos anterior al primero y posterior al último, de modo que el área encerrada por el polígono sea igual al área encerrada por el histograma. En el gráfico anterior podrá observar el polígono de frecuencias correspondiente a la distribución de seroalbúmina.

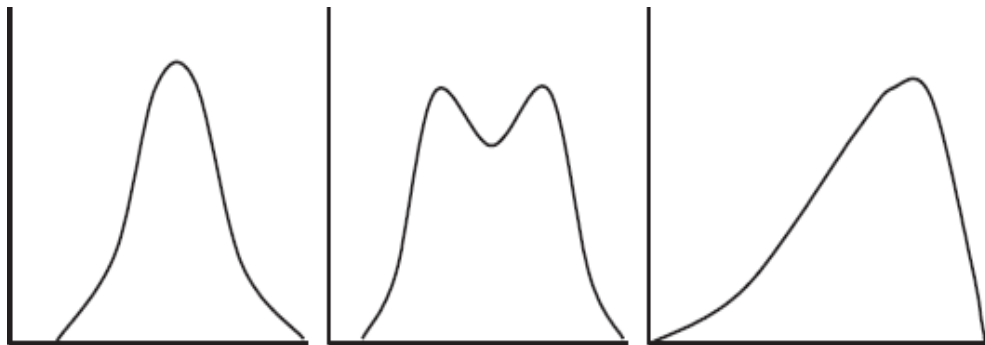
El polígono de frecuencias permite determinar la forma de una distribución de valores numéricos. Estas formas pueden ser de tipos muy variados. Se describen dos aspectos de estas curvas: su simetría y su modalidad.

Se dice que una distribución es simétrica si al plegarla sobre sí misma sus dos mitades se superponen aproximadamente. Las distribuciones asimétricas se describen también como sesgadas.

Una distribución unimodal es aquella que sólo presenta un pico o punto alto, en tanto que una distribución polimodal tiene dos o más picos; si tiene dos recibe el nombre de bimodal.

Diferentes formas de distribución de datos

Observe las siguientes curvas y describa tanto su simetría como su modalidad.



- La primera curva es simétrica, unimodal, con distribución gaussiana o normal.
- La segunda curva es también simétrica pero tiene dos "picos" o modas, o sea, es bimodal.
- La tercera es una curva asimétrica desviada hacia la izquierda (el desvío de la curva se señala hacia el lugar donde está la "cola").

¿Cómo Interpretar los Datos?

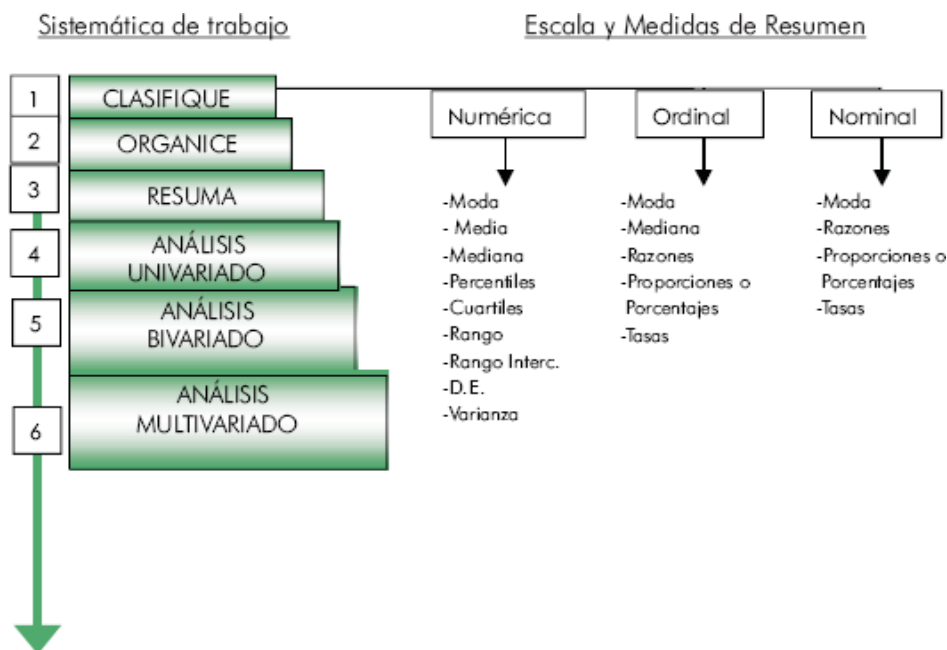
La Sistematización de los Datos

Una vez recolectados los datos del evento en estudio, debemos proceder a su análisis.

Dos pasos esenciales para poder llevar a cabo el análisis de los datos son el procesamiento y la interpretación de los mismos. Para ello es fundamental contar con un orden preestablecido. Proponemos una sistemática de trabajo que ayudará a tener mejores resultados, cuyos pasos se encuentran enumerados en la figura 2.

Al describir un evento de Salud, realizamos diferentes mediciones de la frecuencia de aparición de una característica o de los valores de las diferentes variables. Utilizamos para esto medidas de resumen, que son medidas que precisamente reflejan características de la muestra de datos con las que estoy trabajando en su conjunto. Existen diferentes tipos de medidas de resumen que deben ser seleccionadas de acuerdo a la escala de medición utilizada para medir la variable, tal como se muestra en la figura 2

Figura 2. Sistemática de trabajo y medidas de resumen a utilizar de acuerdo a la escala empleada



Nos referiremos a la sistematización del trabajo y resaltaremos algunos puntos clave de las medidas de resumen.

Le sugerimos que toda vez que deseen procesar los datos obtenidos se sistematice de alguna manera.

Una forma que nos parece conveniente para sistematizar el trabajo, es la representada en la figura 2:

1. Clasifique cada una de las variables de su estudio.
2. Organice y presente sus datos en el gráfico que considere más apropiado.
3. Resuma sus datos. Para hacerlo adecuadamente tenga en cuenta el tipo de variable y analice en primer lugar los datos de una sola variable por vez (Análisis Univariado). Una vez que analizó las variables de a una por vez, podrán pasar a analizar la relación entre dos variables (análisis bivariado).

Si superó este desafío, podrá analizar, entonces, la relación entre tres o más variables: análisis multivariado.

Las Medidas de Resumen

Las medidas que utilizaremos según las variables que estemos trabajando son las mencionadas en la figura 2 y pueden clasificarse en:

- **Medidas de frecuencia:** razón, proporción o porcentajes y tasas.
- **Medidas de tendencia central:** media, mediana y moda.
- **Medidas de dispersión:** rango, rango intercuartílico, desvío estándar.
- **Medidas de orden:** centiles, cuartiles.

Sin embargo, es necesario que también sepa reconocer las diferencias conceptuales entre cada una de las medidas mencionadas.

En caso de que sea numérica, deberán utilizar alguna o varias de las medidas de centralización (media, mediana y moda), de dispersión (rango, rango intercuartílico, desvío estándar y varianza) y/o de orden (percentiles y cuartiles).

En caso de que se trate de una variable nominal, pueden utilizar en ocasiones como medida de tendencia central la moda, pero es conveniente que en estos casos resuma sus datos calculando medidas de frecuencia como razones, proporciones o porcentajes y/o tasas. En caso de que la variable sea ordinal, pueden utilizar en ocasiones la moda y la mediana entre las medidas de centralización para poder describirla, pero más conveniente es el uso de razones, proporciones o porcentajes y/o tasas.

Le proponemos entonces, repasar los conceptos de medidas de frecuencia: razón, proporción y tasa (dentro de estos dos últimos grupos describiremos prevalencia, incidencia acumulada, tasa de incidencia acumulada y densidad de incidencia), medidas de tendencia central, medidas de dispersión y medidas de orden.

Cuadro 1. Medidas de Resumen

Medidas de Frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> › Razón › Proporción › Tasa (Incidencia, Prevalencia)
Medidas de Tendencia Central	<ul style="list-style-type: none"> › Moda › Media › Mediana
Medidas de Orden	<ul style="list-style-type: none"> › Percentiles › Cuartiles
Medidas de Dispersión	<ul style="list-style-type: none"> › Rango › Rango Intercuartílico › Desvío Estándar

Medidas de Frecuencia

Razón

Esta medida de frecuencia se emplea para variables de tipo nominales.

Razón es una división que no implica ninguna relación específica entre el numerador y el denominador. Esto quiere decir que el numerador y el denominador llevan unidades diferentes y en numerador no se encuentra incluido en el denominador.

Por ejemplo: En un grupo de 300 pacientes con infarto agudo de miocardio (IAM) que estoy estudiando hay 200 varones y 100 mujeres puedo decir que la razón hombre : mujer es en este caso de 2:1. Por cada 2 varones hay una mujer.

En otras palabras, una razón es el número de observaciones del grupo de pacientes con IAM de sexo masculino dividido por el número de pacientes con IAM de sexo femenino; establece la relación de una parte con otra parte.

Proporciones o Porcentajes

La proporción es una medida de frecuencia en la que se expresa qué parte del total de observaciones presenta determinada característica. El numerador está incluido en el denominador.

Siguiendo con el ejemplo anterior decimos que del total de pacientes con IAM que en nuestro estudio son 300, 200 son varones vistos por lo tanto la proporción de varones es de $200/300=0,66$. Este número puede ser expresado como porcentaje diciendo que el 66 % de los enfermos son varones.

Tasas

La tasa es una medida que expresa el número de eventos ocurridos y en una población determinada. Las tasas se describen como medidas de frecuencia en las que una medida de tiempo es parte intrínseca del denominador. En el numerador aparecen los eventos (casos nuevos de enfermedad, defunciones, etc) y en el denominador la población de estudio de donde provienen los casos, durante el período en que fueron estudiados. Lo que distingue a una tasa de las proporciones y de las razones es que:

1. En la tasa se relaciona un evento con la población en riesgo de presentar ese evento.
2. Para expresar una tasa debe incluirse en el denominador el tiempo durante el cual las personas estuvieron en riesgo de presentar el evento (tiempo en riesgo).
3. Se multiplican por una constante (10 o múltiplos de 10) que facilita la comparación de tasas de poblaciones diferentes, aún cuando las mismas sean de diferente tamaño. Esta constante nunca debe ser mayor que la población en riesgo. *Ejemplo:* Si la población total es de 3.000 personas, multiplicaremos por 1.000, no deberíamos multiplicar por 10.000 como constante.

Tasas Brutas y Tasas Específicas

En el campo de la salud la tasa es una medida muy utilizada porque, como mencionamos, permite medir de alguna manera la frecuencia de un evento (habitualmente una enfermedad) en una determinada población "expuesta" o "en riesgo" de experimentar dicho evento en un determinado período de tiempo y comparar entre poblaciones.

Las tasas de todas las personas enfermas o muertas se denominan tasas brutas (totales o generales). En este tipo de tasas se consideran todas las causas y características de los sujetos. Se construyen con el número total de eventos (enfermos o muertos) por unidad de tiempo en la población total.

Por ejemplo, la tasa de mortalidad de una población es una tasa bruta. Sin embargo, normalmente nos interesan más las enfermedades que causan casos o muertes, las características de las personas involucradas, etc. El cálculo de las tasas de sucesos de enfermedades en determinados grupos da por resultado tasas específicas.

Por ejemplo, podemos calcular tasas específicas por enfermedad (tasa de incidencia de cáncer de pulmón); por edad (tasa de mortalidad infantil); por enfermedad y edad (tasa de incidencia de accidentes de hogar en niños menores de 5 años).

Comparación de tasas

Cuando se utilizan tasas para comparar los riesgos de muerte o de enfermedad en dos poblaciones diferentes, por ejemplo, dos hospitales, o dos ciudades, o dos fábricas, es muy importante considerar si estas poblaciones difieren en algún factor que se sabe influye en el riesgo de morir o contraer la enfermedad.

Por ejemplo, si se desea evaluar las tasas de mortalidad por neumonía de dos hospitales diferentes, es muy importante considerar la distribución por edades de las personas con neumonía en uno y otro hospital. Si en uno de los hospitales los pacientes con neumonía son más añosos, las tasas serán seguramente mayores debido a esta diferencia en la edad de la población afectada. Así como la edad también podrían considerarse otros factores que se saben asociados con peor pronóstico pacientes con neumonía (inmunosupresión, bajo nivel socioeconómico, etcétera).

Para evitar esta confusión que genera la presencia de estos factores denominados factores de confusión, al momento de comparar tasas se utiliza un procedimiento denominado estandarización o ajuste de tasas. Por medio de este método se calculan tasas brutas hipotéticas para cada grupo de comparación ("tasas estandarizadas"). Estas tasas, si bien son hipotéticas, son comparables, y permiten determinar en que medida se diferencian las dos poblaciones respecto al riesgo de enfermar o morir por el evento en consideración.

Prevalencia

Es el número de casos o eventos en una población de una determinada enfermedad en un momento dado en el tiempo. La prevalencia intenta mostrar la frecuencia con la que un evento de Salud o enfermedad existe en el momento, independientemente de cuándo se haya originado.

¿Cómo se calcula la prevalencia?

Se debe determinar el número de sujetos en quienes se presenta el evento estudiado y relacionar dicho número con el total de individuos que forman el grupo observado. Suele expresarse en forma de proporción o porcentaje.

Existen dos formas de calcular la prevalencia:

Prevalencia puntual:

Se utiliza cuando se desea determinar la prevalencia de una enfermedad en la población en un momento en el tiempo, independientemente de cuándo se haya originado. Se denomina puntual porque la medición se hace en un corto período de tiempo.

$$\text{Prevalencia Puntual} = \frac{\text{Casos de una enfermedad en un momento dado}}{\text{Población total en estudio en ese momento}} \times 100$$

□ **Prevalencia de período:**

Determina la cantidad de casos existentes durante un período.

Es una forma práctica de resolver el problema de la aparición de casos nuevos cuando se está ejecutando el estudio; ya sea por una elevada frecuencia de aparición de la enfermedad o porque el estudio no se puede realizar en un corto período de tiempo. Esta medida informa el número de casos existentes así como los casos nuevos producidos durante ese período.

$$\text{Prevalencia de Período} = \frac{\text{Casos antiguos} + \text{casos nuevos en un período dado}}{\text{Población total en estudio en ese período}} \times 100$$

¿Por qué es útil determinar la prevalencia de un evento o enfermedad?

La prevalencia expresa la cantidad de casos de una enfermedad en un momento dado, de ahí su importancia para la elaboración de los programas de Salud preventivos, asistenciales y de control.

Por otra parte, la información suministrada por la prevalencia es, en muchas ocasiones, un punto de partida para la investigación causal.

Incidencia

La incidencia de la enfermedad representa la frecuencia de casos nuevos en una población durante un período determinado de tiempo. La duración de ese período de observación influye en los resultados de la incidencia, pues si éste aumenta ocurrirán más casos e hipotéticamente pueden llegar a enfermarse todos los individuos y el valor entonces de la incidencia será igual a 1,00 o 100%. Por eso, al usar esta medida, debe siempre expresarse el período de observación.

¿Cómo se calcula la incidencia?

Existen tres formas de calcular la incidencia:

Incidencia acumulada:

Es una medida que representa la proporción de individuos sanos que contraen la enfermedad en un período de tiempo determinado.

$$\text{Incidencia Acumulada} = \frac{\text{Casos nuevos}}{\text{Número de individuos al comienzo del período}} \times 100$$

□ **Tasa de Incidencia Acumulada**

Mientras que la incidencia acumulada es una proporción, la tasa de incidencia acumulada es una tasa porque el denominador es el tiempo en riesgo de la población estudiada. Sin embargo, no siempre puede calcularse este tiempo en riesgo dado que:

Frecuentemente, no es posible excluir el tiempo en que los individuos que se enferman ya no están en riesgo.

En otras ocasiones, es imposible identificar el período de exposición de cada uno de los miembros de la población estudiada.

Por este motivo, el tiempo en riesgo se determina mediante una aproximación, resultado de multiplicar el tamaño promedio de la población observada por la duración del período, generalmente un año.

$$\text{Tasa de Incidencia Acumulada} = \frac{\text{Casos nuevos}}{\text{Número de individuos a mitad del período}} \times K^*$$

*K es igual a una constante que puede ser cualquier múltiplo de 10, 100, 1.000, 10.000, etc. Esta multiplicación se introduce para facilitar las comparaciones entre poblaciones de diferente tamaño absoluto. Nunca debe ser mayor que la población total en riesgo.

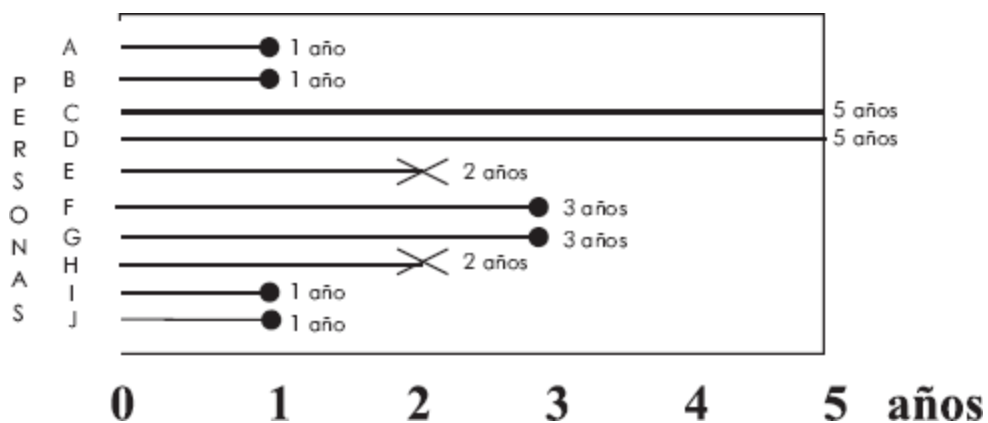
□ **Densidad de Incidencia:**

Es el número de nuevos casos registrados, dividido por la suma de los períodos de tiempo en riesgo correspondientes a todos los individuos en estudio. Esta sería la "verdadera tasa de incidencia", porque en este caso se conocen los tiempos en riesgo de cada uno de los individuos y no se recurre a una aproximación como lo es la tasa de incidencia acumulada.

Esta medida se utiliza cuando la población observada es inestable en el tiempo, es decir, cada sujeto ha estado "en riesgo" o expuesto al evento de interés por períodos de tiempo distintos, ya sea por abandono del estudio, por contraer la enfermedad, etc. Es una medida útil para el seguimiento de poblaciones dinámicas en las que ingresan y salen individuos. Su unidad de tiempo es personas-unidad de tiempo utilizada para el estudio (personas-años, personas-días, etc.). Una persona-año representa un individuo en riesgo de desarrollar la enfermedad durante un año.

Para poner un ejemplo, supongamos que seguimos durante 5 años a personas que trabajaron expuestas a radioactividad durante distintos períodos de tiempo. En el gráfico siguiente representamos los distintos períodos de seguimiento. Los puntos representan las personas que desarrollaron la enfermedad, las cruces las personas que se perdieron para el seguimiento.

Gráfico 5. Duración de exposición a la radioactividad de los trabajadores en seguimiento



La principal utilidad de la incidencia es que permite medir el riesgo que un grupo de individuos desarrolle una enfermedad. Más adelante le explicaremos el enfermedad mientras duró el estudio. Las personas E y H fueron seguidas durante 2 años y no pudieron ser luego ubicadas (se perdieron para el seguimiento). Las personas F y G fueron seguidas durante 3 años y luego desarrollaron la enfermedad.

1) ¿Cuántas personas año expuestas nos plantea este ejemplo? En total 24 personas/ año fueron seguidas en el ejemplo calculamos desde el caso A al J:

$1 + 1 + 5 + 5 + 2 + 3 + 3 + 2 + 1 + 1 = 24$ personas año.

2) ¿Cuál es la densidad de incidencia en este caso? Hubo 6 casos nuevos en 24 personas año expuestas, por lo tanto, la densidad de incidencia fue de:

$6 \text{ casos nuevos} / 24 \text{ personas año seguidas} = 0,25 \times 10 = 25$ casos por cada 10 personas año expuestas.

3) ¿Cuál sería la incidencia acumulada? Hubo 6 casos nuevos en 10 personas inicialmente expuestas. Por lo tanto, la incidencia acumulada sería:

$6 \text{ casos nuevos} / 10 \text{ personas inicialmente en riesgo} = 0,6 \times 10 = 6$ casos nuevos cada 10 personas inicialmente expuestas.

Un ejemplo para comprender mejor la densidad de Incidencia

Comparemos la incidencia de accidentes laborales en dos grupos de enfermeros del Servicio de Pediatría de dos hospitales diferentes. El Hospital A informa una tasa de incidencia de accidentes en los enfermeros en el último mes del 20% mientras que el Hospital B informa una tasa del 10%.

Hospital	Enfermeros	Cantidad Accidentados	IA	Cantidad Enfermeros/ Hora expuestos	Turnos laborales	Densidad de Incidencia (accidentes/ personas-horas/mes)
A	100	20	$20/100$ 20%	16.000	8 hs/día	$20/16.000=$ 1,25 por 1.000
B	100	10	$10/100$ 10%	8.000	4 hs/día	$10/8.000$ 1,25 por 1.000

Tabla 14. Comparación de accidentes laborales en los enfermeros de Hospitales A y B

La densidad de incidencia es igual debido a que en el Hospital A los enfermeros llevan a cabo turnos laborales que duplican los del Hospital B y, por lo tanto, duplican también el tiempo de exposición.

A diferencia de las anteriores, esta medida tiene una unidad: personas-unidad de tiempo (personas-año, persona-mes, personas-día). La suma persona- tiempo indica la suma de todos los períodos de tiempo por persona estudiados. El período de tiempo de observación se calcula para cada persona de forma individual, sumándose los de todas las personas del estudio mientras están en riesgo (o sea, mientras está dentro del estudio y no ha contraído la enfermedad).

¿Por qué es útil determinar la incidencia de un evento o enfermedad?

La principal utilidad de la incidencia es que permite medir el riesgo que un grupo de individuos desarrolle una enfermedad. Más adelante le explicaremos el concepto de riesgo, pero por ahora es importante que recuerde que en Epidemiología, incidencia es sinónimo de "riesgo".

Para resumir el conjunto de datos de una variable medida con una escala numérica deberemos utilizar las medidas de tendencia central (media, mediana y modo) y las de dispersión (desvío estándar, rango intercuartílico). En otras palabras, cuando los datos disponibles están dados en una escala numérica, básicamente debemos calcular dos tipos de medidas llamadas medidas de centralización y medidas de dispersión; las medidas de orden son utilizadas en algunas ocasiones.

Los tres tipos de medidas son útiles no sólo para describir de manera más sintética los datos obtenidos, sino para poder comparar de forma más precisa y eficiente las observaciones realizadas.

Medidas de Tendencia Central

Las Medidas de Tendencia Central más utilizadas son:

- **Moda**
- **Media aritmética**
- **Mediana**

Moda (Mo)

Así como "algo" que está de moda, habitualmente es "algo" que se ve con mucha frecuencia. En Bioestadística, la Moda es el valor que se presenta con mayor frecuencia en el conjunto de los datos obtenidos.

Media aritmética (X)

La media aritmética es también conocida como promedio. Se calcula como la suma de las observaciones dividida por el número total de observaciones (n). Supongamos tener n datos que notaremos como $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$. La media aritmética de estos valores se define como la suma de todos ellos, dividida por n y se simboliza con \bar{X} . Ud. puede encontrar ese valor realizando el siguiente cálculo:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

Es conveniente utilizarla sólo si la distribución de los datos tiene una forma simétrica y unimodal (curva normal). Esto es debido a que la media aritmética es muy sensible a la presencia de valores extremos. En estos casos, es conveniente utilizar otra medida de centralización, llamada mediana.

Mediana (Md)

La mediana es la observación que deja la mitad de los datos (ordenados de menor a mayor) a cada lado. Ud. puede fácilmente encontrar ese valor realizando el siguiente cálculo:

$$\text{Posición de la Md en un conjunto de datos ordenados (de menor a mayor)} = \frac{(n + 1)}{2}$$

Si el número total de observaciones (n) es impar existirá una única mediana y será el valor que ocupe la posición central. Si el número de observaciones es par, no existe un único valor central y la mediana corresponde a la media de los dos valores centrales. La mediana es la medida de centralización que se utiliza cuando la variable se mide con una escala numérica u ordinal. Es la medida más apropiada en caso de que la distribución de frecuencia de la variable sea asimétrica, ya que es menos sensible que la media a valores extremos.

Medidas de Orden

Percentiles

Los percentiles son valores que dividen al conjunto de datos, dejando por debajo de ellos determinados porcentajes.

Por ejemplo, el percentil 10 deja por debajo al 10% de los valores observados.

Cuando definimos mediana dijimos que era el valor que separaba el conjunto de los datos en dos mitades iguales, por lo que ahora también sabemos que la mediana es también el percentil 50. Los percentiles se denotan por P1, .. P99.

Cuartiles:

Los cuartiles son tres valores que dividen al conjunto de datos observados en cuatro partes de forma tal que el 25% queda por debajo del cuartil 1, el 50 % por debajo del cuartil 2 y el 75% *por* debajo del cuartil 3. Los cuartiles, por lo tanto, son los percentiles 25, 50 y 75, respectivamente. Los cuartiles se denotan por Q1, Q2 y Q3.

Medidas de Dispersión

Como mencionamos anteriormente, expresan el grado de variación de los datos. Debe destacarse que dos series de mediciones pueden coincidir en media, mediana y moda y, sin embargo, los datos pueden distribuirse en forma muy diferente alrededor de estas medidas de centralización. Por eso, una medida de centralización siempre debe ir acompañada de una de dispersión. Las más utilizadas son el rango, el rango intercuartílico, el desvío estándar, la varianza .

A continuación describiremos todas estas medidas excepto la varianza.

Rango (R)

Se calcula como la diferencia entre la mayor observación y la menor.

$$R = [\text{valor mayor observado} - \text{valor menor observado}]$$

¿Qué desventajas tiene?

Tiene como desventaja que su cálculo se basa en sólo dos valores que, por ser los extremos, pueden ser muy atípicos. No da información acerca de cómo se dispersan los datos dentro del intervalo limitado por el menor y el mayor valor.

Rango Intercuartílico (RI)

Para solucionar en parte el inconveniente que presenta el rango, se pensó en una medida simple que no se basa en los valores extremos, sino calculando el intervalo entre el primer y el tercer cuartil. A esta medida de dispersión se la denominó Rango Intercuartílico (RI), y se define como la distancia entre los valores entre los cuales se encuentra el 50% central de los datos.

Por lo tanto, la fórmula sería:

$$RI = Q3 - Q1$$

El rango intercuartílico debe utilizarse como medida de dispersión que complementa la información suministrada por la mediana.

Desvío estándar (S ó DE)

Es la medida de dispersión más utilizada aunque su significado y su cálculo pueden parecer algo complejos. El S mide la dispersión de los datos alrededor de la media aritmética. Por lo tanto, su uso es correcto siempre que la media sea la medida de centralización adecuada.

¿Cuándo era apropiado el uso de la media?

En una distribución simétrica.

Le daremos la fórmula del S, que de ninguna manera pretendemos memorice, sino simplemente para que tenga una idea de cómo calcularlo (de todas maneras no se preocupe, hoy con cualquier computadora podrá conocer el S del conjunto de sus datos sin tener que andar haciendo tantos cálculos).

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

El símbolo \sum significa sumatoria. Ahora, ¿qué sumamos? Las diferencias entre cada valor individual y la media (\bar{x}) elevado al cuadrado. Una vez que hicimos este cálculo, se divide por el número de individuos de la población (n) menos 1 y finalmente calculamos la raíz cuadrada de este resultado.

Existe un concepto muy importante acerca del S, y es que sin importar la forma en que se distribuyen las observaciones, por lo menos el 75% de los valores quedan siempre entre la media menos dos desvíos y la media más dos desvíos. Si la distribución es simétrica y unimodal:

- 68% de las observaciones están entre la media menos un desvío y la media más un desvío.
- 95% de las observaciones están entre la media menos dos desvíos y la media más dos desvíos.
- 99.7 % de las observaciones están entre la media menos tres desvíos y la media más tres desvíos.

Un consejo práctico para determinar la simetría de la curva

- Si bien existen distintos métodos estadísticos para determinar la simetría de la curva, una forma sencilla para conocer si la curva es simétrica o no, es calculando la media, la mediana y la moda.
- Si estas tres medidas son iguales o muy similares, la curva es simétrica o aproximadamente simétrica; si son diferentes, entonces, será asimétrica.

¿Qué medidas de centralización y dispersión utilizar?

- Si la curva es simétrica, es conveniente utilizar la media acompañada del desvío estándar para resumir los datos.
- Si la curva es asimétrica, es conveniente utilizar la mediana acompañada del rango intercuartílico.

A Modo de Síntesis...

Si Ud. comprendió los conceptos presentados en éste Módulo, está listo para cuantificar los problemas de la Salud.

La cuantificación es un proceso absolutamente necesario para la interpretación de los procesos de salud y enfermedad.

Para poder comprender por qué y cómo ocurren los eventos en Salud y enfermedad deberá recorrer además de éste, otros caminos.

Efecto, Impacto y Fuentes de Error

Epidemiología Analítica y Cuantificación del Riesgo

Como hemos analizado en Módulos anteriores, la Epidemiología Analítica tiene como principal objetivo estudiar los determinantes o factores causales de los fenómenos de Salud.

Sus principales características son:

- Utilizar un grupo de comparación o grupo control y
- "Testear" hipótesis e inferir acerca de los resultados.

Si sospechamos que un factor en particular causa un evento dado, primero buscaremos si existe asociación entre la exposición a dicho factor y el evento en cuestión. Para ello, el investigador reúne grupos de individuos con el propósito de comparar sistemáticamente si el riesgo de enfermarse es diferente en individuos expuestos o no expuestos a un factor de interés.

El término riesgo se asocia en la vida diaria con la probabilidad de que ocurra un evento desfavorable. *Por ejemplo*, al comenzar un viaje, generalmente, pensamos en "el riesgo" de que ocurra alguna eventualidad. En Ciencias de la Salud, habitualmente, un evento desfavorable es la ocurrencia de una enfermedad. En Epidemiología, el concepto es el mismo pero para comprender los alcances del riesgo desde la perspectiva epidemiológica se tiene en cuenta los siguientes determinantes: persona, lugar y tiempo (figura 1).

Figura 1. El riesgo...



En la vida diaria...



En Ciencias de la Salud...

Por eso, definimos el riesgo como la probabilidad de que uno de los miembros de una población o un grupo de personas de una población definida desarrolle una enfermedad o evento desfavorable en un período de tiempo determinado. Es importante recordar que sin las referencias espacial y temporal, el uso de riesgo carece de sentido.

Las Medidas de Efecto o Asociación

Las medidas de efecto o de asociación, permiten determinar la magnitud o la fuerza de la relación existente entre la exposición y el evento. La principal ventaja de estas medidas es que permiten describir en un solo parámetro la asociación existente entre una particular exposición y el riesgo de desarrollar una determinada enfermedad.

Podemos dividir las medidas de efecto en:

- Medidas Relativas o de Razón:
- Riesgo Relativo
- Odds Ratio

Las medidas de razón miden cuánto más probable es que el grupo expuesto presente el evento en relación a los no expuestos. Reflejan la fuerza de la asociación entre la exposición y el evento.

- Medidas Absolutas o de Diferencia
- Riesgo Atribuible

Las medidas de diferencia son medidas absolutas del exceso de riesgo existente en el grupo expuesto. Reflejan cuántos casos más hay en el grupo de expuestos.

La cuantificación del riesgo sirve para poder comprender su significado y, por otra parte, para poder comparar los riesgos de ocurrencia de un mismo evento en grupos diferentes

o de distintos eventos en el mismo grupo.

Para poder entender una de las medidas de asociación o de efecto, Riesgo Relativo (RR), es indispensable conocer y comprender el concepto de riesgo.

Riesgo Relativo (RR)

Revisión del Concepto de Riesgo

El riesgo de contraer una enfermedad resulta de dividir el número de personas que experimentan el evento sobre el número de personas en riesgo de experimentarlo en un período de tiempo determinado. Podemos hablar de riesgo en expuestos y riesgo en no expuestos. Esto significa que si conocemos la exposición de las personas a un factor determinado, dividiendo cuántas expuestas experimentaron la enfermedad o daño entre el total de personas que estuvieron expuestas, sabremos cuál es el riesgo de los que estuvieron expuestos.

Por ejemplo, si 100 personas consumieron una mayonesa y 30 de ellas experimentaron diarrea, significa que el riesgo de tener diarrea habiendo ingerido esa mayonesa es de 0,3 o 30%. Si comparamos este grupo de personas con otras 100 personas que no estuvieron expuestas a la mayonesa, investigo cuántas presentaron diarrea y veo que son 10, diremos que el riesgo en los no expuestos es de 0,1 o 10%.

La siguiente fórmula expresa el concepto general de riesgo, que es cuántas personas experimentaron el evento de las que podrían haberlo hecho.

$$\text{Riesgo} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personas que experimentan el evento}}{\text{N}^\circ \text{ de personas en riesgo de experimentarlo}}$$

Es importante que a esta altura, repase algunos conceptos presentados en la unidad 3 y que pueden ayudarlo a relacionar el concepto de riesgo con el de incidencia.

Incidencia

La incidencia de una enfermedad o daño a la Salud representa la frecuencia de aparición de casos nuevos en una población durante un período determinado de tiempo. La duración de ese período de observación influye en los resultados de la incidencia, pues si ésta aumenta ocurrirán más casos e hipotéticamente pueden llegar a enfermarse todos los individuos y el valor entonces de la incidencia será igual a 1,00 o 100%. Por eso, al usar esta medida, debe siempre expresarse el período de observación.

¿Cómo se calcula la incidencia?

Existen tres formas de calcular la incidencia:

- ***Incidencia acumulada:***

Es una medida que representa la proporción de individuos sanos que contraen la enfermedad en un período de tiempo determinado.

$$\text{Incidencia Acumulada} = \frac{\text{Casos nuevos}}{\text{Número de individuos al comienzo del período}} \times 100$$

- ***Tasa de Incidencia Acumulada***

Mientras que la incidencia acumulada es una proporción, la tasa de incidencia acumulada es una tasa porque el denominador es el tiempo en riesgo de la población estudiada. Sin embargo, no siempre puede calcularse este tiempo en riesgo dado que:

- Frecuentemente no es posible excluir el tiempo en que los individuos que se enferman ya no están en riesgo.
- En otras ocasiones, es imposible identificar el período de exposición de cada uno de los miembros de la población estudiada.

Por este motivo, el tiempo en riesgo se determina mediante una aproximación, resultante de multiplicar el tamaño promedio de la población observada durante un determinado período (población a mitad de período).

$$\text{Tasa de Incidencia Acumulada} = \frac{\text{Casos nuevos}}{\text{Número de individuos a mitad del período}} \times 100$$

Densidad de Incidencia:

Es el número de nuevos casos registrados, dividido por la suma de los períodos de tiempo en riesgo correspondientes a todos los individuos en estudio. Esta sería la "verdadera tasa de incidencia", porque en este caso se conocen los tiempos en riesgo de cada uno de los individuos y no se recurre a una aproximación como lo es la tasa de incidencia acumulada.

Esta medida se utiliza cuando la población observada es inestable en el tiempo, es decir, cada sujeto ha estado "en riesgo" o expuesto al evento de interés por períodos de tiempo distintos, ya sea por abandono del estudio, por contraer la enfermedad, etc. Es una medida útil para el seguimiento de poblaciones dinámicas en las que ingresan y salen individuos. Su

unidad de tiempo es personas-unidad de tiempo utilizada para el estudio (personas-años, personas-días, etc.). Una persona-año representa un individuo en riesgo de desarrollar la enfermedad durante un año.

“El concepto de riesgo no es diferente al concepto de incidencia”. Sin embargo, ahora podemos expresar, si lo conocemos, el riesgo en los expuestos y en los no expuestos o lo que es igual la incidencia en expuestos y en no expuestos.

Si utilizamos la tabla de contingencia para definir el riesgo en expuestos, podemos afirmar que el cálculo es igual a:

$$\text{Riesgo o incidencia en expuestos} = \frac{a}{a+b}$$

Mientras que el riesgo en no expuestos será :

$$\text{Riesgo o incidencia en no expuestos} = \frac{c}{c+d}$$

Riesgo Relativo (RR)

RR es la relación existente entre incidencia de la enfermedad en la población expuesta y la incidencia de la enfermedad en la población no expuesta. Es la medida de asociación que expresa la magnitud de la asociación entre un factor de riesgo y una enfermedad. Resulta del cociente entre las tasas de incidencia de la población expuesta y no expuesta. La incidencia en el grupo expuesto se expresa como **le** y la incidencia en grupo no expuesto como **lo**.

$$le = \frac{a}{a+b}$$

$$lo = \frac{c}{c+d}$$

Entonces:

$$RR = le / lo$$

Utilicemos la tabla de contingencia para definir o calcular riesgo relativo:

- **le** o tasa de incidencia en expuestos es un cociente que resulta de dividir los que fueron expuestos y sufrieron el evento (a) sobre el total de expuestos (a+b).
- **lo** o tasa de incidencia en no expuestos es un cociente que resulta de dividir los que no fueron expuestos y sufrieron el evento (c) sobre el total de no expuestos (c+d).

Por lo tanto:

$$RR = \frac{a / (a + b)}{c / (c + d)}$$

El valor del **RR** responde a la pregunta: " ¿Cuántas veces más probable es que las personas expuestas desarrollen la enfermedad, en comparación con las no expuestas?". Por lo tanto, el **RR** establece el grado de asociación entre el factor de riesgo y la enfermedad.

¿Cómo interpretamos el valor del **RR**? De acuerdo a los valores que se calculen para el **RR**, podremos afirmar que:

- Si el **RR** es mayor que 1, la enfermedad es más frecuente en el grupo expuesto que en el no expuesto. Existiría una relación positiva entre la exposición al factor y la ocurrencia de la enfermedad, por lo que estaríamos frente a un factor de riesgo.
- Si el **RR** es igual a 1, entonces la incidencia de la enfermedad entre el grupo expuesto y el no expuesto es igual, por lo que entonces no se podría demostrar que exista asociación entre el factor de riesgo y la enfermedad. Fíjese que decimos que no se podría demostrar, lo cual no significa que no exista. Puede ser que exista asociación, pero limitaciones propias de la investigación relacionadas, por ejemplo, con el tamaño de la muestra no permitieron demostrarla.
- Finalmente si el **RR** es menor que 1, entonces la incidencia en expuestos es menor que en no expuestos, por lo que estaríamos frente a un factor de protección.

Existen ciertos atributos, *como por ejemplo* la edad, sexo, raza, que reúnen casi todas las características de los factores de riesgo, es decir, se asocian con una mayor ocurrencia de algunas enfermedades y además preceden el desarrollo de la misma. Sin embargo, la exposición a estos atributos no puede evitarse, son inmodificables. Por este motivo, estos atributos que se asocian con un riesgo mayor de ocurrencia de una determinada enfermedad pero que no pueden ser modificados se denominan **marcadores de riesgo**.

Esta constituye la principal diferencia con los factores de riesgo, cuya presencia, como mencionamos previamente, puede ser controlada y prevenida antes del desarrollo de la enfermedad.

Habitualmente, cuando se habla de factores de riesgo se suele utilizar otro término muy relacionado con este concepto, que es el de exposición. Una persona que estuvo en contacto con un factor de riesgo estuvo expuesta a dicho factor. No importa cuánto tiempo duró la exposición y/o la intensidad de la misma, pero en caso de que la persona enferme, sí es importante saber si la exposición precedió al desarrollo de la enfermedad.

Algunos autores consideran que un grupo expuesto a un determinado factor constituye un grupo o población de riesgo. Sin embargo, otros consideran que además de importar la exposición al factor, debe tenerse en cuenta también la susceptibilidad propia de cada individuo para el desarrollo de la enfermedad, por lo que prefieren definir a población de riesgo, como aquella que posee un riesgo mayor de presentar una determinada enfermedad o evento, ya sea por una mayor susceptibilidad a la enfermedad o por la presencia de un determinado factor, o bien por ambas condiciones. Un ejemplo es la exposición al cigarrillo, las personas fumadoras constituyen un grupo de riesgo para el desarrollo de cáncer de pulmón. Sin embargo, no todos los fumadores desarrollarán esta enfermedad.

IMPORTANTE: Para entender a qué se llama factor de riesgo o de protección

- Factor de riesgo es: " El atributo de un grupo que presenta mayor incidencia de una determinada enfermedad o evento en comparación con otros grupos caracterizados por la ausencia o baja frecuencia de tal atributo. Se trata de una característica potencialmente modificable".

- Factor de protección es: "El atributo de un grupo con menor incidencia de una determinada enfermedad en relación con otros grupos definidos por la ausencia o baja frecuencia del tal atributo".
- Suponiendo que logrando disminuir la exposición a los factores de riesgo se logrará evitar o al menos disminuir la probabilidad de ocurrencia de una determinada enfermedad, el conocimiento y manejo de los mismos adquiere un significado muy especial, ya que permite trabajar para preservar la Salud tanto del paciente individual como de toda la población, evitando la enfermedad (prevención primaria).

Para pensar la prevención

Recuerde que, desde la perspectiva epidemiológica, riesgo es probabilidad de que uno de los miembros de una población o una población definida desarrolle una enfermedad dada en un período de tiempo. Existen determinados atributos que se denominan factores de riesgo, porque preceden el desarrollo de la enfermedad y se caracterizan por asociarse positivamente con ella, es decir que, en presencia del factor, mayor es el riesgo o la incidencia de la enfermedad. A diferencia de los marcadores de riesgo, que no pueden modificarse, los factores de riesgo pueden controlarse y prevenirse, lo que da lugar a la prevención primaria.

Odds Ratio (OR)

Cuando no se dispone de la información necesaria para calcular las tasas de incidencia en expuestos y en no expuestos, se debe utilizar otra medida de asociación denominada **Odds Ratio (OR)**.

El ejemplo típico en el cual el cálculo de la incidencia de la enfermedad no es posible es cuando se utiliza un diseño de casos y controles para investigar la asociación entre uno o más factores y una determinada enfermedad. En esta circunstancia, el investigador selecciona los casos de la enfermedad, que habitualmente son los casos existentes o casos prevalentes. Entonces, si no puedo conocer los casos nuevos, no puedo determinar incidencia, y no puedo calcular el *RR* ¿Cómo determinar entonces la presencia de asociación? En esta situación se recurre a otra medida de asociación denominada **Odds Ratio**.

Así como para el cálculo del **RR** debimos aprender que era riesgo, para entender y calcular el **OR** debemos conocer que es **Odds**.

Odds

El **Odds** se obtiene dividiendo el número de personas que experimentan el evento sobre el número de personas que no lo experimentan.

Por ejemplo, suponiendo de un total de 200 personas incluidas en un estudio, 50 han desarrollado una determinada enfermedad. ¿Cuál es el riesgo de desarrollar esa enfermedad y cuál fue el **Odds**?

De acuerdo a lo que vimos anteriormente, el riesgo se calcula dividiendo el número de personas que presentan el evento por el total de personas en riesgo de presentarlo. Para nuestro ejemplo, el riesgo de esa enfermedad sería 50/200 (o sea 50 personas que desarrollan la enfermedad sobre 200 en riesgo de presentarla). Por lo tanto, el riesgo de presentar esa enfermedad en este grupo sería 0,25 o 25%. Se trata de una proporción o porcentaje, el numerador está incluido en el denominador. Puede asumir valores entre 0 y 1 o entre 0% y 100%. En este caso, lo que nos dice este resultado es que hay 1 enfermo por cada 4 personas que seguimos.

¿Cómo calculamos el Odds?

En este caso, el Odds de desarrollar esa enfermedad sería 50/150 (o sea 50 personas que desarrollan la enfermedad sobre 150 que no la desarrollan). Por lo tanto, el Odds sería 0,33 o 33%. Se trata de una razón, el numerador no se incluye en el denominador.

Puede asumir valores de 0 a infinito. En este caso el Odds nos dice que hay 1 enfermo por cada 3 sanos.

Verifiquemos entonces la diferencia entre **Riesgo (R)** y **Odds (O)**:

$$\text{Riesgo} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personas que experimentan el evento}}{\text{N}^\circ \text{ de personas en riesgo de experimentarlo}}$$

$$\text{Odds} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personas que experimentan el evento}}{\text{N}^\circ \text{ de personas que no lo experimentan}}$$

También podemos utilizar la tabla de contingencia para calcular el **Odds**:

		Presencia de tumor		
		SI	NO	
Exposición a radiaciones	SI	a	b	a+b
	NO	c	d	d+c
		a+c	b+d	TOTAL

Por ejemplo, el **Odds** de presentar un tumor en individuos expuestos a radiaciones sería:

$$\text{Odds expuestos} = \frac{a}{b}$$

Odds Ratio (OR)

¿ Qué es el Odds Ratio (OR)? ¿Cuál es su diferencia con el RR?

Recordemos que el **RR** de un grupo comparado con otro es simplemente la división del riesgo o la incidencia en el grupo expuesto con la incidencia del grupo no expuesto. El **OR** se calcula en forma similar, como la división entre el **Odds** del grupo expuesto sobre el **Odds** del grupo no expuesto.

$$OR = \frac{\text{O en expuestos} \times \text{O en no expuestos}}{\text{N}^\circ \text{ de personas expuestas que experimentan la enfermedad} \times \text{N}^\circ \text{ de personas expuestas que no la experimentan}} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personas no expuestas que experimentan la enfermedad} \times \text{N}^\circ \text{ de personas no expuestas que no la experimentan}}{\dots}$$

Si bien esta fórmula es compleja, el cálculo del **OR** se ve facilitado a partir de la Tabla denominada **de Contingencia**.

Intentemos calcular el **OR** utilizando la Tabla de Contingencia.

Tabla de Contingencia o de 2 x 2

		Presencia de tumor		
		SI	NO	
Exposición a radiaciones	SI	a	b	a+b
	NO	c	d	d+c
		a+c	b+d	TOTAL

$$\text{Odds Ratio} = \frac{a/b}{c/d} = \frac{a \times d}{b \times c}$$

Como puede apreciarse, el **OR** es igual a la multiplicación de a x d sobre c x b, por este motivo se lo conoce también como "razón de productos cruzados". Observen que no se utilizan las casillas de los totales de población expuesta a las radiaciones (a + b) y no expuesta a las radiaciones (c + d). Esta característica permite que esta medida se utilice en estudios de casos y controles donde se desconoce el total de la población expuesta y no expuesta.

En resumen, el **Odds Ratio** puede ser estimado en cualquier tipo de estudio observacional, alcanzando valores similares al **Riesgo Relativo** en enfermedades de baja prevalencia, pero su utilización se reserva especialmente para los Estudios de casos y controles donde es imposible identificar las Tasa de Incidencia en Expuestos y No

Expuestos y, por ende, no se puede calcular el **Riesgo Relativo**.

¿Cómo debemos interpretar el valor del **Odds Ratio**? El sentido de la interpretación de los resultados obtenidos en el cálculo del **OR** debe realizarse en forma similar al del **RR**.

Se debe tener presente que ninguno tiene unidad. El **OR** es una razón, su valor mínimo puede ser cero, que corresponde al máximo efecto posible de un factor protector y su valor máximo puede ser infinito.

- Si el **OR** es mayor a 1, significa que la exposición aumenta el riesgo, por lo que estaríamos frente a un factor de riesgo.
- Si el **OR** es igual a 1, significa que el efecto estudiado es nulo, ya que no hay diferencia de riesgo asociado a la exposición, es decir, la exposición no aumenta ni disminuye el riesgo.
- Finalmente, si el **OR** es menor que 1, significa que la exposición disminuye el riesgo, por lo que estaríamos frente a un factor de protección.

Repasemos lo más importante de Riesgo Relativo

- **RR** es la medida de asociación entre un factor de riesgo y una enfermedad que resulta del cociente entre las tasas de incidencia de la población expuesta y no expuesta. La incidencia en el grupo expuesto se expresa como **le** y la incidencia en grupo no expuesto como **lo**

$$RR = le / lo$$

- **le** o tasa de incidencia en expuestos es un cociente que resulta de dividir los que fueron expuestos y sufrieron el evento (a) sobre el total de expuestos (a+b).
- **lo** o tasa de incidencia en no expuestos es un cociente que resulta de dividir los que no fueron expuestos y sufrieron el evento (c) sobre el total de no expuestos (c+d).
- **RR** responde a la pregunta: "¿Cuántas veces más probable es que las personas expuestas desarrollen la enfermedad, en comparación con las no expuestas?"

Riesgo Atribuible (RA)

El **RA** es una medida de asociación o de efecto, que recibe también el nombre de "diferencia de riesgos", ya que representa la diferencia de la incidencia de la enfermedad en la población expuesta al factor de riesgo y la incidencia en la población no expuesta a dicho factor. Algunos autores prefieren llamarlo "riesgo absoluto", ya que como su nombre lo indica y en contraste con el riesgo relativo, expresa la diferencia de las incidencias en la población expuesta y no expuesta en términos absolutos.

El **RA** es la medida de asociación entre un factor de riesgo y una enfermedad que resulta de la resta entre las tasas de incidencia de la población expuesta y no expuesta.

La incidencia en el grupo expuesto se expresa como **le** y la incidencia en el grupo no expuesto como **lo**.

$$RA = le - lo$$

Si utilizamos la Tabla de Contingencia, tenemos que :

$$RA = a / (a+b) - c / (c+d)$$

Al valorar una asociación entre un determinado factor y una enfermedad, debemos tener presente que ese factor no es el único responsable de esa enfermedad. Habitualmente, las enfermedades se deben a la acción de múltiples factores, hecho que en Epidemiología se reconoce como la "Telaraña de Causas".

Por este motivo, en los individuos no expuestos al factor en estudio también encontraremos casos de la enfermedad, de la misma manera que entre los expuestos al factor encontraremos casos de la enfermedad que no se deben a la exposición a dicho factor.

Sin embargo, si existe evidencia de asociación causal entre exposición y evento o enfermedad, el riesgo atribuible nos dice cuál es el exceso de riesgo que presentan los expuestos en relación a los no expuestos.

Por ejemplo, si comparamos los fumadores con los no fumadores en relación con la frecuencia de bronquitis crónica, debemos tener en cuenta que la aparición de problemas respiratorios no se debe exclusivamente al tabaquismo sino que también puede ser el resultado, por ejemplo, de la exposición al aire contaminado u otras exposiciones. Estos otros factores actúan de igual manera en individuos expuestos y no expuestos, y ocasionan en teoría el mismo número de casos de enfermedad respiratoria en ambos grupos. Esto es lo que se conoce como riesgo basal.

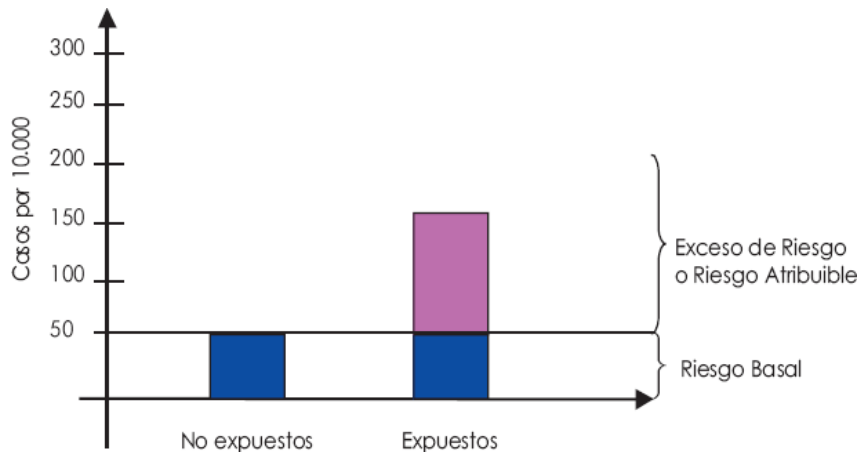
Sin embargo, al grupo de expuestos hay que sumarle los casos que se deben a la exposición al tabaco. El tabaquismo genera un exceso de riesgo por encima del riesgo basal. Este exceso de riesgo es el **RA**. Por eso, el **RA** responde a la pregunta:

"¿Cuál es el riesgo adicional de enfermarse que sigue a la exposición, por encima del experimentado por las personas que no están expuestas?"

Considerando que los grupos de individuos comparados se encuentran en igualdad de condiciones respecto de los demás factores causales, el **RA** establece exceso de riesgo de contraer la enfermedad en aquellos individuos expuestos comparados con los no expuestos.

Le proponemos el siguiente *ejemplo* (figura 2):

Figura 2. RA: Exceso de riesgo de padecer bronquitis crónica en pacientes fumadores



Volviendo a la figura 2, se observan en la población no expuesta, 50 casos de enfermedad respiratoria por cada 10.000 individuos, casos que seguramente se deben a la exposición a otros factores distintos del tabaquismo. En la población expuesta, la ocurrencia de enfermedad respiratoria es de 150 casos por 10.000. El riesgo de padecer bronquitis crónica atribuible al tabaquismo es en este caso de 100 casos/100.000 individuos expuestos.

Como puede observar, el exceso de riesgo, representado por la parte de la barra rosada, es atribuido al factor de exposición en estudio (en nuestro ejemplo, el tabaquismo). Esta medida nos indica que parte de la tasa de incidencia en los individuos expuestos se debe precisamente al factor de exposición en estudio, en este caso el tabaquismo. Esta medida responde a la pregunta: ¿Cuál es el número de casos en el grupo expuesto que podrían evitarse si se eliminara un factor de riesgo?

¿Cómo interpretamos el valor del RA?

- Si el **RA** es $>$ que 0 representa el número de casos que se podrían prevenir entre los expuestos si se removiera la exposición.
- Si el **RA** es $<$ que 0 representa el número de casos que se han prevenido gracias a la exposición en estudio.

¿Para qué sirven el RR y RA?

Tanto el **RR** y el **RA** permiten medir la magnitud o la fuerza de la relación existente entre un factor y la enfermedad, como ya mencionamos anteriormente. Sin embargo, es

importante destacar que ambas medidas brindan información diferente del riesgo y por lo tanto difieren en cuanto a su utilidad.

El **RR** es la medida más utilizada para evaluar los posibles determinantes de las enfermedades y explicar si la asociación observada entre un factor de riesgo y la enfermedad es de tipo causal.

Sin embargo, el **RR** no informa acerca de la magnitud absoluta de la probabilidad o riesgo de desarrollar una enfermedad en una población expuesta al factor con relación a una no expuesta a dicho factor. *Por ejemplo* observe la Tabla 1, un **RR** de 1,6 puede corresponder a un incremento del riesgo absoluto de 2 en 1.000 para los individuos expuestos o bien de 2 en 100, o inclusive de 2 en 10. En este sentido, el **RA** es más útil, dado que en contraste con el **RR**, el primero permite medir en términos absolutos el riesgo diferente de padecer una enfermedad de acuerdo a los distintos niveles de exposición (ver Tabla 1).

Tabla 1. Cálculo del **RR** y **RA** para diferentes niveles de riesgo absoluto en poblaciones expuestas y no expuestas

Incidencia en expuestos	Incidencia en no expuestos	RR = le / lo	RA = $le - lo$
5 / 1.000 = 0,005	3 / 1.000 = 0,003	0,005 / 0,003 = 1,6	0,005 - 0,003 = 0,002
5 / 100 = 0,05	3 / 100 = 0,03	0,05 / 0,03 = 1,6	0,05 - 0,03 = 0,02
5 / 10 = 0,5	3 / 10 = 0,3	0,5 / 0,3 = 1,6	0,5 - 0,3 = 0,2

Es importante que al momento de informar el **RA**, siempre informemos el riesgo o la incidencia de la enfermedad en las poblaciones expuestas y no expuestas que se están comparando, dado que de lo contrario la interpretación del **RA** se vuelve muy dificultosa.

Por ejemplo, en el segundo caso, un riesgo atribuible de 0,02, si no se informara que corresponde a una diferencia de riesgos de 0,05 y 0,03, podría también corresponder a una diferencia entre 0,35 y 0,33 o bien entre 0,50 y 0,48. En conclusión, si no se conocen los riesgos de las poblaciones expuestas y no expuestas, respectivamente, entonces difícilmente podremos interpretar esta medida. Esto es debido a que el **RA** no depende de la frecuencia de base del evento en la población, mientras que el **RR** sí.

Para entender la diferencia en la información brindada por RR y RA

Se realizó un estudio comparando hombres con cáncer de piel y sin él. En ambos grupos se indagó acerca de la exposición al sol y se definió como expuestos a aquellos que tomaban sol periódicamente. En el estudio se encontró que la incidencia de cáncer de piel en el grupo expuesto al sol era 0,009 y la incidencia en el grupo no expuesto 0,0003

$$RR = le / lo = 0,009 / 0,0003 = 30$$

Esto significa que en este estudio, los expuestos al sol tuvieron 30 veces más riesgo de padecer cáncer de piel que los no expuestos. Esta cifra es alarmante y haría que muchos individuos suspendan sus sesiones de sol... sin embargo, observe que la frecuencia de este cáncer entre los individuos que tomaban sol periódicamente era baja (9 de cada 1.000

individuos). Recuerde: el *RR* es una medida relativa. No informa respecto al riesgo absoluto de contraer la enfermedad.

Calculemos el **RA**

$$RA = I_e - I_o = 0,009 - 0,0003 = 0,0087$$

¿Qué significa este valor del RA?

El **RA** nos dice cuántos de los casos de cáncer de piel, que se observaron en los individuos que tomaban periódicamente sol, se debieron precisamente a esa exposición y no a otros factores. Si en los individuos no expuestos ocurrieron 3 casos por cada 10.000 individuos y en los expuestos 90 por cada 10.000, 87 de estos 90 casos pueden atribuirse a la exposición al sol.

Fracción Atribuible en Expuestos (FAE): Proporción Atribuible en Expuestos (PAE) y Riesgo Atribuible Porcentual (RA%)

La **Fracción Atribuible en Expuestos** expresa la proporción o porcentaje de casos de una enfermedad en el grupo expuesto al factor que puede ser atribuido exclusivamente a dicho factor. Por lo tanto, representa la proporción o porcentaje de casos que podrían eliminarse en el grupo de expuestos si se eliminara dicho factor de riesgo.

Como mencionamos, la **FAE** es una medida que nos permite determinar el efecto que tiene la exposición a un factor de riesgo en una población expuesta a dicho factor; o en otras palabras, el impacto potencial que tendría la eliminación del factor de exposición en la población expuesta. La **FAE** puede expresarse en forma de proporción o porcentaje.

- Cuando se expresa en forma de proporción, recibe el nombre de **Proporción Atribuible en Expuestos (PAE)** y representa a la proporción de casos de una enfermedad en la población expuesta que puede atribuirse exclusivamente a la exposición al factor de riesgo. Es una proporción representada por el **RA** con relación al Riesgo en Expuestos. Veamos su fórmula:

$$PAE = \frac{I_e - I_o}{I_e} = \frac{RA}{I_e}$$

- Cuando se expresa en forma de porcentaje, recibe el nombre de Riesgo Atribuible Porcentual (**RA%**). Su fórmula es:

$$RA\% = PAE \times 100$$

Si utilizamos la Tabla de Contingencia, tenemos que:

$$PAE = \frac{a / (a+b) - c / (c+d)}{a / (a+b)}$$

Fracción Atribuible en Expuestos, Proporción Atribuible en Expuestos y Riesgo Atribuible Porcentual: Distintos nombres para un mismo concepto

La **PAE** y el **RA%** son dos formas diferentes de expresar la Fracción Atribuible en Expuestos y expresan la proporción y el porcentaje respectivamente de los casos de una

enfermedad en el grupo expuesto que puede ser atribuido exclusivamente al factor de exposición. En otras palabras, representarían la proporción o el porcentaje de casos que podrían eliminarse en el grupo expuesto secundariamente a la eliminación del factor de riesgo. *Veamos un ejemplo:*

Si la incidencia anual de bronquitis en personas expuestas al tabaquismo es de 0,50 (50%) y en no expuestos a dicho factor es de 0,15 (15%), el *RA%* sería:

$$RA\% = \frac{0,50 (I_e) - 0,15 (I_o)}{0,50 (I_e)} \times 100 = 70\%$$

La *PAE* es lo mismo expresado en proporciones (no en porcentaje)

$$PAE = \frac{0,50 - 0,15}{0,50} = 0,70$$

La diferencia entre *RA%* y *PAE* es el modo en que se expresa el resultado, *RA%* en porcentaje; *PAE* en un número entre 0 y 1 (proporción). ¿Cómo interpretamos este resultado?

Este resultado indica que la proporción de la incidencia de bronquitis debida al tabaquismo entre los fumadores es de 70 % (*RA%*) o 0,7 (*PAE*). Esto muestra que el 70% o el 0,7 de la incidencia de bronquitis que se presenta en quienes están expuestos al tabaquismo se debe a dicho factor y que el 30% o el 0,3 se debe a otros factores. Por lo tanto, si se controlara el tabaquismo, se reduciría la incidencia de la enfermedad en el grupo expuesto a 30 %, ya que se eliminaría el 70% restante debido exclusivamente a dicho factor.

La **FAE**, en cualquiera de sus formas de expresión (**PAE o RA%**), da una idea de la especificidad de una asociación. Cuanto mayor sea la proporción o el porcentaje de la incidencia de la enfermedad en expuestos atribuible exclusivamente al factor, es decir, cuanto más se aproxime a 1,00 o a 100% más específica es la asociación. En otras palabras el factor en estudio ocupa un lugar preponderante entre todos los factores implicados en la etiología de la enfermedad, conocidos o desconocidos.

Fracción Prevenible (FP) y Fracción Prevenible Porcentual (FP%)

Si el factor actuante en una población expuesta o en el total de la población es un factor de protección o de prevención, tal es caso de una vacuna, la tasa de incidencia en la población expuesta es menor que en la no expuesta, por lo que el **RR** será menor a 1.

Mientras más cerca esté el valor del **RR** a 0, menor número de casos aparecerá entre los expuestos. Si estamos analizando el efecto del factor de protección en la población expuesta, utilizaremos la **Fracción Prevenible en Expuestos**, que es una medida análoga al **RA** (Tabla 3). Podemos obtener además una medida análoga al **RA %**: la fracción prevenible porcentual (**FP%**) que indica el porcentaje de casos nuevos de una enfermedad que sea prevenido en el grupo expuesto al factor de protección.

Tabla 2. Comparación entre RA y la FP

RA y RA %	FP y FP %
le= Incidencia en No Vacunados	le= Incidencia en Vacunados
lo= Incidencia en Vacunados	lo= Incidencia en No Vacunados
$RA = le - lo$	$FP = lo - le$
$RA\% = \frac{le - lo}{le} \times 100$	$FP\% = \frac{lo - le}{lo} \times 100$

A modo de resumen comparemos las medidas de efecto relativas y las absolutas

Tabla 3. Comparación entre Medidas de Efectos Relativas y Absolutas.

Medidas Relativas	Medidas Absolutas
Miden Fuerza de Asociación entre exposición y evento	Miden exceso de riesgo entre expuestos y no expuestos
Valores por sobre la unidad son elementos de juicio a favor de la existencia de asociación causal	Una vez establecida la asociación causal permiten estimar el riesgo de presentar el evento atribuible a la exposición
Su magnitud no se ve afectada por la frecuencia basal del evento en la población (Tabla 1)	Su magnitud se ve afectada por la frecuencia basal del evento en la población (Tabla 1)

Cuantificación del Riesgo a través de las Medidas de Impacto

Las medidas de impacto permiten que los administradores de Salud determinen la importancia relativa o prioricen cada factor de riesgo o de protección para el cual podría desarrollarse un programa y decidir racionalmente la utilización de los recursos disponibles. Estas medidas dan por sentada la relación entre el factor y la enfermedad y permiten cuantificar el impacto que tiene la exposición a un determinado factor sobre la morbilidad de una población.

La estimación del RR y del RA son la base para el cálculo de las medidas de impacto. Unavez que determinamos si la exposición en estudio es un factor de riesgo para el desarrollo de una determinada enfermedad, debemos determinar cuál sería el impacto en la población total: **Riesgo Atribuible Poblacional y Riesgo Atribuible**

Poblacional Porcentual o Proporcional si dicho factor fuera eliminado. Si se tratara de un factor de protección, calcularemos la **Fracción Prevenible Poblacional**, que nos permite conocer el impacto potencial que se lograría exponiendo a toda la población al factor de protección.

Riesgo Atribuible Poblacional (RAP)

Como mencionamos, el Riesgo Atribuible en la Población Total es una medida que nos permite determinar el impacto que tiene la exposición a un factor en toda la población; es decir, considerando tanto a los expuestos como los no expuestos. Dicho en otras palabras, informa qué número de casos eliminaríamos de la población si removieramos el factor de exposición. El **RAP** representa la diferencia entre la incidencia de la enfermedad en toda la población y la incidencia en la población no expuesta a dicho factor.

Si I_t = Incidencia en toda la población y I_o es la incidencia en el grupo no expuesto

$$\mathbf{RAP = I_t - I_o}$$

Alternativamente, esta medida podría calcularse multiplicando el RA por la proporción de individuos expuestos en la población (Pe) o lo que es igual decir el riesgo en expuestos menos el riesgo en los no expuestos por la proporción de expuestos.

$$\mathbf{RAP = RA \times Pe}$$

¿Cuál es su significado?

Este resultado indica el número de casos de una enfermedad en una población, que pueden atribuirse exclusivamente a la presencia del factor de exposición en estudio y que podrían eliminarse si se eliminara la exposición.

Veamos el siguiente ejemplo:

La incidencia de muertes por accidentes entre los individuos de 30 a 45 años bebedores de alcohol es de 39,3 por 100.000 y en los individuos de ese mismo grupo etéreo no bebedores de alcohol de 11,8 por 100.000. Si la proporción de bebedores en el total de la población es de 32%, se podría calcular el **RAP** como:

$$\mathbf{RAP = 27,5 \times 0,32 = 8,8 \text{ por cada } 100.000}$$

Esto significa que 8,8 por 100.000 de las muertes por accidente en esa población son causadas por el consumo de alcohol. En otras palabras, casi 9 muertes por accidentes podrían eliminarse en esa población de evitarse el consumo de alcohol.

Riesgo Atribuible Poblacional Proporcional (RAPP) y Riesgo Atribuible Poblacional Porcentual (RAP%)

El riesgo atribuible poblacional (RAP) puede expresarse en forma de proporción o porcentaje.

- Cuando se expresa en forma de proporción, recibe el nombre de Riesgo Atribuible Poblacional Proporcional ($RAPP$).
- Cuando se expresa en forma de porcentaje se denomina Riesgo Atribuible Poblacional Porcentual ($RAP\%$).

El **RAPP** es la proporción del riesgo atribuible poblacional debida a la exposición

$$\mathbf{RAPP = \frac{(I_e - I_o) \times P_e}{I_t} \rightarrow RAPP = \frac{RAP}{I_t}}$$

Siguiendo con el ejemplo anterior, el *RAPP* sería

$$RAPP = 8,8 \text{ por } 100.000 / 51,1 \text{ por } 100.000 = 0,17$$

El *RAP%* representa el porcentaje de la incidencia de una determinada enfermedad en una población que puede atribuirse exclusivamente a la presencia del factor de riesgo.

Puede calcularse como:

$$RAP\% = \frac{(I_e - I_o) \times P_e}{I_t} \times 100 \rightarrow RAP\% = \frac{RAP}{I_t} \times 100$$

Siguiendo con el ejemplo anterior, el *RAP%* sería

$$RAP\% = 8,8 \text{ por } 100.000 / 51,1 \text{ por } 100.000 = 17,2\%$$

Este resultado indicará que el 17,2% de las muertes por accidentes en esa población y en ese grupo etáreo es causada por el consumo de alcohol o, lo que es igual, que si se suprimiera este factor en dicha población se reduciría la incidencia de accidentes en un 17,2%.

Fracción Prevenible Poblacional (FPP)

En un situación en la cual se cree que la exposición a un factor dado proteja contra una enfermedad (u otro evento), la **Fracción Prevenible Poblacional (FPP)** es la proporción de enfermedad en la población que se podría prevenir si toda la población fuera expuesta a dicho factor. Este valor debe ser interpretado con precaución debido a que parte o todo el aparente efecto protector puede ser debido a otros factores asociados con el aparente factor protector en estudio. En un estudio sobre la población total la **FPP** se obtiene de la siguiente manera:

Donde *I_t* es la tasa de incidencia de la enfermedad en la población e *I_e* es la tasa de incidencia en las personas expuestas de la población.

Relación entre la prevalencia del factor y la magnitud del impacto

El Riesgo Atribuible Poblacional (**RAP**) y la Fracción Atribuible Poblacional (en la que se incluyen el **RAPP** y el **RAP%**) identifica el impacto en la comunidad si se logra controlar o eliminar el factor. La magnitud de este impacto depende de:

- El *RR*, es decir, la fuerza con la que se asocia el factor a la enfermedad.
- La prevalencia del factor de riesgo en la comunidad.

Tabla 4. Resultados del *RAP%* de acuerdo a diferentes magnitudes del *RR* y de la prevalencia del factor

Prevalencia del Factor	RIESGO RELATIVO			
	2	4	10	12
0,10	0,09	0,23	0,47	0,52
0,30	0,23	0,47	0,73	0,77
0,50	0,33	0,60	0,82	0,84
0,70	0,41	0,67	0,86	0,89
0,90	0,47	0,73	0,89	0,91
0,95	0,49	0,74	0,90	0,92

Por ejemplo, existe una fuerte asociación (RR) entre la exposición al uranio radioactivo y la aparición de cáncer de pulmón. ¿Cuál cree que sería la magnitud del impacto de aplicar medidas tendientes a evitar la exposición a este material en la población general? ¿Bajo qué circunstancias este impacto podría ser mayor? Justifique sus respuestas.

El impacto es más pronunciado cuanto mayor es la prevalencia del factor de riesgo en la población de referencia.

Como habrá seguramente respondido, la frecuencia de personas expuestas a ese riesgo en la población general es muy baja, por lo que el impacto de aplicar medidas tendientes a evitar la exposición a este material en la población general sería muy bajo. El impacto aumentaría si la población total de referencia la tomáramos de empleados de unidades de radiobiología.

2. Principales Fuentes de Error en la Cuantificación

Una vez determinada la presencia de asociación entre un factor de riesgo y una enfermedad, uno podría preguntarse... "si repito la investigación en la misma población, tratando de aplicar la misma metodología, el resultado que obtendría acerca de la asociación entre el factor de riesgo y la enfermedad ¿sería el mismo o fue simplemente una cuestión del azar?"... "¿este resultado refleja, exactamente, la asociación entre el factor en estudio y la enfermedad?"

Para poder responder a estas preguntas debemos saber que cuando se realiza cualquier investigación se pueden cometer diferentes tipos de errores. De la magnitud y la importancia de los errores cometidos depende la validez y confiabilidad de nuestra investigación. Muchos de estos errores son inevitables. Lo importante es que sepamos qué significa error y reconozcamos los distintos errores que se pueden cometer, para poder así minimizar su ocurrencia durante el diseño y desarrollo de la investigación.

Una medición de cualquier tipo es confiable cuando es capaz de lograr el mismo resultado en distintas mediciones realizadas del mismo modo. Para ser confiable debe estar libre de error por azar.

Una medida de cualquier tipo es válida cuando mide todo lo que desea medir, y sólo eso que desea medir. Para ser válido debe estar libre de cualquier factor que desvía los resultados en una dirección particular.

¿Qué es Error en Epidemiología?

Se llama error a toda diferencia entre el valor medido, observado o calculado y el verdadero valor. Si bien existen innumerables fuentes de error durante la realización de cualquier Estudio Epidemiológico, se deben evitar fundamentalmente 3 tipos de errores:

- Error por Azar.
- Error Sistemático.
- Error por el Efecto Confusión.

Error por Azar

El error aleatorio o error por azar sobreviene al realizar mediciones en muestras de una población. ¿Por qué trabajamos con muestras si este proceder está sujeto a error? ¿Por qué no estudiamos toda la población? Habitualmente, resulta poco práctico para el investigador, en

general por cuestiones de tiempo y costo, estudiar toda la población objetivo (población sobre la cual se desea conocer una determinada característica susceptible de ser estudiada). Por este motivo, suele seleccionarse una parte de esta población por medio de diferentes tipos de técnicas de muestreo. El proceso de selección de una muestra no es perfecto, aunque se realice en forma correcta, y simplemente debido a cuestiones del azar, ocurre inevitablemente el error muestral o error por azar.

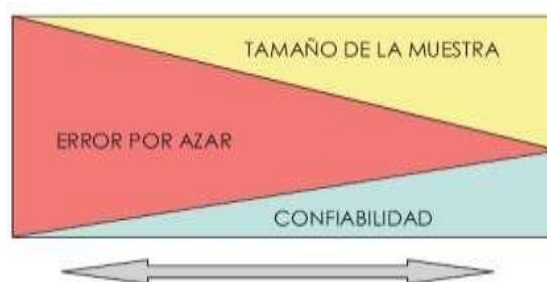
¿De qué depende el error por azar? Fundamentalmente, del tamaño de la muestra y del método o la forma que utilizamos para seleccionarla.

Cuanto mayor es el error, menor es la confiabilidad. Alta confiabilidad implica menor error por azar. En otras palabras, el test fundamental de la confiabilidad es la repetibilidad, es decir, la habilidad de lograr el mismo resultado en distintas medidas realizadas del mismo modo.

El Tamaño de la Muestra

Respecto del tamaño de la muestra, debe tenerse en cuenta que las muestras pequeñas están más sujetas a error muestral que las de mayor tamaño, por lo que entonces, los resultados que se obtengan en las primeras serán menos confiables que los obtenidos con muestras mayores de la población objetivo (figura 3).

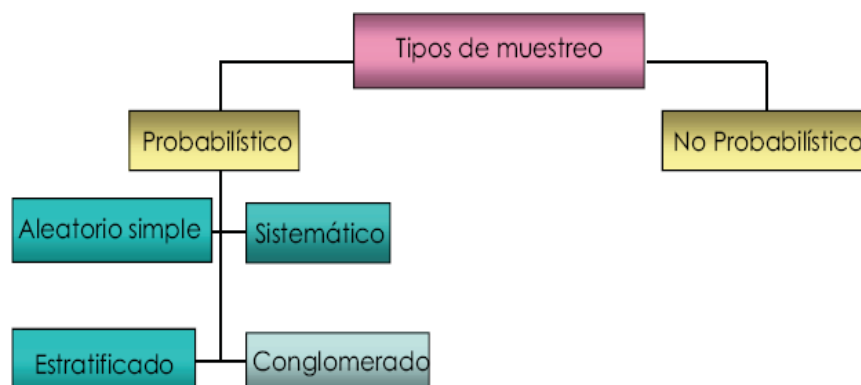
Figura 3. Relación entre el tamaño muestral y error muestral



El Método de Selección de la Muestra

Respecto del método de selección de la muestra, debe destacarse que si bien es cierto que cualquier subgrupo de la población constituye una muestra de la misma, no todos son igualmente representativos de ella y tampoco tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. Por este motivo se habla de "muestreos probabilísticos" y "muestreos no probabilísticos" (figura 4).

Figura 4. Tipos de muestreo



¿En qué consiste el muestreo probabilístico?

Éste consiste en extraer una muestra de una población, de tal manera que todos los individuos de la población tengan una probabilidad conocida, distinta de cero, de ser seleccionados. Si esta probabilidad es igual para cada elemento, la muestra se califica como autoponderada y sus resultados se consideran representativos de la población.

¿Qué significa que una muestra sea representativa? Se dice que una muestra es representativa cuando sus componentes presentan un grado de diversidad semejante al de la población de la que fue extraída y el método de selección probabilístico utilizado garantiza que cada elemento tuvo la misma probabilidad de ser incluido.

El procedimiento de muestreo probabilístico puede realizarse con diferentes técnicas:

Muestreo Aleatorio Simple (MAS): es el procedimiento típico de un muestreo probabilístico. Es la técnica más sencilla de muestreo para garantizar la representatividad de la muestra. En este muestreo cada elemento de la población N tiene una probabilidad conocida e igual, distinta de cero, de ser elegido en la muestra. Esta probabilidad se expresa como n/N y se denomina fracción de muestreo.

Para realizar un **MAS** es necesario, en primer lugar, identificar a cada elemento de la población para poder realizar la selección. Esta es una de sus grandes limitaciones, pues se necesita tener identificados a todos y cada uno de los integrantes de la población.

Posteriormente, se emplea una tabla de números aleatorios o alguna otra técnica de sorteo al azar (el bingo por ejemplo) y se seleccionan n elementos hasta alcanzar el tamaño de la muestra deseado. El procedimiento es tan laborioso que explica porqué es poco utilizado.

Muestreo Aleatorio Sistemático: en este caso, se da al grupo del que se tomará la muestra una especie de ordenamiento y luego la elección se hace sistemáticamente a lo largo de la serie.

Es una variante del muestreo aleatorio simple y resulta más rápido y fácil de realizar. Aquí el azar juega un papel importante en la selección del primer elemento de la muestra, denominado punto de arranque aleatorio, a partir del cuál se seleccionan los restantes elementos, utilizando el mismo intervalo de muestreo.

En primer lugar se halla la fracción de muestreo: n/N .

Por ejemplo, supongamos que necesita extraer 500 radiografías de un archivo donde estamos seguros estén numeradas sin repetición 25.000. Realizar este muestreo con la técnica anterior sería muy laborioso por lo tanto calculamos la fracción de muestreo (f):

$$f = \frac{500}{25.000} = \frac{1}{50}$$

Se selecciona de forma aleatoria un número entre 1 y 50 el cual se le denomina punto de arranque aleatorio, y a partir de éste, se seleccionan las radiografías que constituyen la muestra utilizando el mismo intervalo (cada 50 radiografías). *Por ejemplo*, si el punto de arranque fue 10, el orden siguiente de selección será 60, 110, 160, etcétera.

Este método implica que si hemos introducido alguna sistematización en el ordenamiento de los elementos que vamos a seleccionar, podemos introducir un error en la selección.

Muestreo Estratificado: en este caso, la población objetivo se divide en estratos de acuerdo a alguna característica, generalmente demográfica, y posteriormente se realiza un

MAS de cada estrato obteniéndose una muestra de la población en la que están representados todos los estratos conformados.

Muestreo por Conglomerados: puede ser difícil o imposible realizar el método de muestreo aleatorio simple, debido a limitaciones de tiempo, dinero, personal, o por que la población a muestrear se encuentra distribuida en una amplia zona geográfica o no poseemos el listado de toda la población.

Ante estas dificultades podemos utilizar el muestreo por conglomerados, que se realiza en dos etapas. En la primera, se seleccionan los conglomerados, y de éstos, en la segunda etapa, se seleccionan las unidades de análisis. Si se decide estudiar a todos los elementos del conglomerado, entonces, sólo existe una etapa. La selección posterior en cada conglomerado de las unidades de análisis se puede realizar por los otros métodos básicos de muestreo ya revisados.

Generalmente, los clusters o conglomerados se basan en áreas geográficas o divisiones político administrativas, de las cuales se conocen de forma general la cantidad de personas que la habitan, *por ejemplo:* las manzanas de una ciudad, las circunscripciones electorales, bloques de edificios, aldeas, o unidades tales como clínicas, hospitales y clubes de trabajadores.

Debemos señalar que este muestreo es menos preciso que los anteriores, requiere una muestra de mayor tamaño y tiende a complicar los cálculos estadísticos.

La principal ventaja de cualquier método probabilístico es que le permite al investigador hacer inferencias estadísticas acerca de la población, basadas en los resultados obtenidos de la muestra. De esta manera, puede calcular e informar si los resultados observados son estadísticamente significativos, y así establecer si los mismos pueden o no ser atribuidos al efecto del azar.

El muestreo probabilístico es el apropiado toda vez que sea posible su realización. Sin embargo, en algunos tipos de estudios la aplicación de esta técnica de muestreo resulta impracticable y debe recurrirse a los muestreos no probabilísticos.

En las muestras No Probabilísticas, el método de selección que se utiliza no permite que cada elemento de la población tenga una probabilidad conocida. Los elementos seleccionados se incluyen en la muestra por criterios decididos por el investigador o por necesidades de la investigación. Este tipo de muestra se utiliza frecuentemente en las denominadas Investigaciones Cualitativas y su principal desventaja es que no permiten determinar la magnitud del error muestral, a diferencia de las técnicas de muestreo probabilísticas.

Error Sistemático

El sesgo o error sistemático es un error caracterizado por ocurrir siempre en una misma dirección.

Por ejemplo, si un encuestador está indagando a las personas respecto del alcoholismo y pregunta: "...Ud. no es de beber, ¿no?...". Esta forma de preguntar induce en el encuestado una respuesta negativa. Independientemente a quién se pregunte, esta forma de preguntar seguramente generará un subregistro del hábito. El error al recolectar el dato ocurre siempre en la misma dirección (induce al "no"), y por eso se denomina "sesgo".

Si en una investigación se introducen muchos errores sistemáticos, entonces, se encuentra amenazada la validez de la misma.

En este punto, probablemente le resulte difícil establecer la diferencia entre validez, confiabilidad, y su relación con el error por azar y el error sistemático.

Relación entre Validez, Confiabilidad, Error por Azar y Error Sistemático

Confiabilidad y Error por Azar

Veamos en la Figura 5 en la página siguiente, en la fila superior, ambos blancos presentan los dardos agrupados cerca del mismo punto. La persona que arrojaba los dardos lo hizo aproximadamente en el mismo lugar del blanco. Por este motivo, prácticamente, no existe error por azar en estos resultados.

En contraste, en la fila inferior los dardos se distribuyen alrededor de un área más amplia.

En este caso, la persona que arrojaba los dardos no lo hacía exactamente de la misma manera en uno y otro tiro, resultando los dardos distribuidos aleatoriamente en los blancos. No son buenas réplicas uno del otro. No tienen repetibilidad. Estos diagramas muestran la relación entre la confiabilidad y el error por azar. Cuanto mayor es el error, menor es la confiabilidad. Alta confiabilidad implica menor error por azar. Como ya mencionamos anteriormente, el test fundamental de la confiabilidad es la repetibilidad, la habilidad de lograr el mismo resultado en distintas medidas realizadas del mismo modo.

Validez : Error Sistemático, Sesgos y Factores de Confusión

Volviendo a la figura 5, los dos diagramas de la izquierda contienen dardos que están en el centro o alrededor de éste. Aunque los dardos del diagrama inferior están dispersos en un área más amplia, están distribuidos en un patrón aleatorio alrededor del centro. Nada tira o atrae los dardos en una dirección específica.

Figura 5. Analogía entre los conceptos de validez y confiabilidad con una " prueba de tiro al blanco". Adaptado de Alreck y Settle .



En contraste, los patrones de los dos blancos de la columna de la derecha están fuera del centro, todos tendiendo hacia una dirección. La persona que arrojó los dardos en el blanco superior derecho tenía una mano firme, pero consistentemente tiraba los dardos más alto y un poco a la derecha del centro del blanco. La persona que arrojaba los dardos en el blanco inferior derecho tenía una mano menos firme y consistente, y también persistentemente tiraba los dardos a la derecha y un poco más abajo del centro del blanco.

De este modo, el efecto de un error sistemático o simplemente sesgo es el de empujar o atraer los resultados en una dirección específica. Los dos blancos de la derecha representan los resultados de un estudio que presenta baja validez.

Posibilidad de Sesgo en Diferentes Etapas de la Investigación

Es importante reconocer las etapas de la investigación en la que es posible introducir sesgo de no mediar un diseño y desarrollo meticuloso de la misma. El sesgo puede producirse durante la selección de los grupos; durante la recolección de datos de la enfermedad o de la exposición y durante el seguimiento de los sujetos del estudio.

Sesgo durante la selección de los grupos:

Ocurre en el proceso de identificación de las poblaciones en estudio. Para evitar cometer este sesgo Ud. debe observar si el grupo de estudio y de control son comparables; esto es si son tan idénticos como sea posible excepto por la característica estudiada.

Sesgo durante la recolección de datos de la enfermedad o de la exposición:

Puede ser debido a un error de quien es entrevistado o del entrevistador.

Sesgo introducido por el entrevistado:

En este caso, la información obtenida de los participantes de estudio es inexacta, generalmente, debido a la diferente capacidad de recordar antecedentes de una exposición determinada en los grupos de estudio y de control. El grupo con la enfermedad, generalmente, tiende a recordar más detalles de las exposiciones previas en comparación con el grupo sano o sin la enfermedad. Ocurre más frecuentemente cuando se estudian sucesos traumáticos, ya que estas experiencias motivan a recordar subjetivamente sucesos que ocurren con frecuencia y que en circunstancias normales se olvidarían. También es probable que se introduzca un sesgo en la investigación, si la información que se busca es personal o muy delicada. Un error muy frecuente suele cometerse cuando, en el afán de lograr mayores detalles de la exposición en el grupo de estudio, se busca algún método de búsqueda de información alternativo, que se aplica sólo en aquel grupo en el cual la información fue deficiente. Esto introduce un sesgo importante, ya que los métodos de recolección de información deben ser comparables en el grupo de estudio y de control.

Sesgo introducido por el entrevistador o investigador:

La posibilidad de un sesgo de este tipo existe en todos aquellos casos en que la recolección de los datos acerca de la exposición está influenciada por el conocimiento por parte del entrevistador de la enfermedad de los participantes del estudio. Si esta valoración no se realiza en forma ciega, o sea, desconociendo el investigador la enfermedad de las personas que entrevista, entonces, probablemente, cometa un error sistemático.

Sesgo durante el seguimiento de los sujetos del estudio:

Si durante el seguimiento, se pierden datos sobre un gran número de pacientes la validez del mismo se encuentra seriamente amenazada. Los estudios prospectivos -aquellos que observan la ocurrencia de enfermedad en las mismas personas en diferentes momentos- son especialmente susceptibles a presentar sesgo.

MUY IMPORTANTE: Para evitar errores

En resumen, Ud. debe recordar que los resultados de su investigación no serán válidos si la forma de selección y recolección de los datos acerca de la exposición o la enfermedad difieren de los grupos de estudio y de control. No olvide que es imprescindible que las fuentes de información sean comparables (idénticas) en el grupo de estudio y de control.

En los estudios prospectivos de larga duración debe extremar las precauciones para que se pierda el menor número posible de sujetos durante la etapa de seguimiento.

Efecto de Confusión

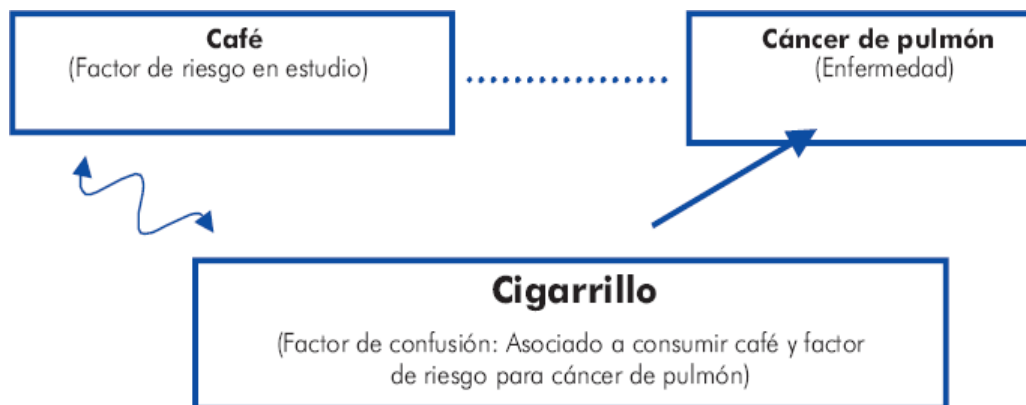
Existe otro tipo de error que se produce cuando una asociación entre un factor y una enfermedad está distorsionado por la presencia de otro factor que simultáneamente:

- a) Se asocia al factor de exposición.
- b) Es factor de riesgo de la enfermedad en estudio y no es consecuencia del factor de exposición.

Este factor se denomina factor de confusión. Un factor de confusión puede ejercer suficiente influencia, incluso para cambiar la dirección de una asociación. El error introducido por la presencia de factores de confusión recibe el nombre de "Efecto de Confusión".

Veamos el siguiente ejemplo: un investigador estudió el consumo de café y el cáncer de pulmón mediante el seguimiento durante 10 años de 500 bebedores de café y 500 no bebedores. En este estudio, el riesgo de padecer cáncer de pulmón de los bebedores asiduos fue 10 veces mayor respecto de los no bebedores.

Figura 6. Relación del factor de confusión con las variables en estudio.



Observe que en este estudio, el fumar puede ser un factor de confusión si se supone que fumar cigarrillos y beber café están asociados. En otras palabras, es más probable que los bebedores de café fumen más que los no bebedores de café. Además, fumar cigarrillos está asociado a cáncer de pulmón.

Por este motivo, fumar cigarrillos es un factor de confusión potencial debido a que se encuentra asociado tanto a tomar café como a la ocurrencia de cáncer de pulmón.

Para controlar la presencia de los factores de confusión se puede actuar sobre la selección de los grupos de estudio y/o sobre el análisis posterior de los resultados observados. En este último caso, se recurre a distintas técnicas estadísticas, como análisis estratificados y análisis multivariados. Durante la etapa de selección de los grupos de estudio y de control, las variables universales que pudieran estar relacionadas con la enfermedad estudiada y sus manifestaciones pueden introducir un efecto de confusión. La utilización de distintas técnicas puede garantizar la distribución similar de estas características en ambos grupos de estudio, *por ejemplo* la aleatorización, la estratificación, el apareamiento y/o la restricción.

Para recordar:

Recuerde, entonces, que siempre debe tener en cuenta la posibilidad de introducir un error sistemático durante la investigación.

- El sesgo es muy difícil de evaluar cuantitativamente, por lo que es de fundamental importancia que para controlarlo Ud. realice adecuados protocolos de investigación que permiten anticipar y controlar su ocurrencia durante la realización del estudio.

- Por otra parte, los factores de confusión pueden evaluarse cuantitativamente, pudiendo ser controlados tanto en la etapa de selección de los grupos de estudio como en el análisis posterior de los resultados por medio de distintas técnicas estadísticas.

BROTE

¿Qué es un Brote o Epidemia ?

Cuando una enfermedad o evento relacionado con la Salud, supera o excede la frecuencia usual en una población específica, en un lugar y en un período de tiempo determinado, hablamos de Brote o Epidemia.

Para poder definir en la práctica una Epidemia debemos conocer los conceptos de :

- A) Corredor Endémico
- B) Índice Epidémico

A) Corredor Endémico:

Para saber que estamos en presencia de una "frecuencia inusual" de un evento debemos conocer cuál es la "frecuencia esperada" del mismo para la población de interés en el tiempo y lugar estudiado. Para esto se elaboran los corredores endémicos. Éstos consisten en gráficos elaborados a partir de la frecuencia del evento en estudio de por lo menos 5 años endémicos. En líneas generales, diremos que para elaborar un corredor endémico recolectamos la frecuencia de casos de la patología en estudio en cada semana epidemiológica o mes (según la patología de la cual se trate) de los últimos 5 años endémicos.

Existen diversos métodos para trabajar estos datos y así obtener los corredores endémicos (algunos más y otros menos complejos). El más sencillo es ordenar estos datos de mayor a menor en cada semana (o mes) y sabremos cuál es el máximo y el mínimo de casos registrados para cada una de ellas en los últimos 5 años. En el ejemplo de la Ciudad XX si estamos en 1996 "esperamos" para enero entre 20 (menor valor entre 1991 y 1995) y 30 (mayor valor entre 1991 y 1995) casos. Si graficamos esto tenemos una "banda endémica" con un área de seguridad por debajo del valor menor y un área de Epidemia por sobre el nivel superior.

Tabla 1: Tasas de incidencia mensual de diarreas en la Ciudad XX en el quinquenio 1991 a 1995

Meses	1991	1992	1993	1994	1995
Enero	20	25	30	24	22
Febrero	25	25	25	24	20
Marzo	30	37	30	32	20
Abril	35	33	38	36	35
Mayo	37	30	35	35	35
Junio	40	42	35	32	40
Julio	38	35	34	31	45
Agosto	40	35	30	35	38
Setiembre	35	27	30	28	30
Octubre	32	30	15	20	25
Noviembre	20	15	17	18	22
Diciembre	18	20	20	17	18

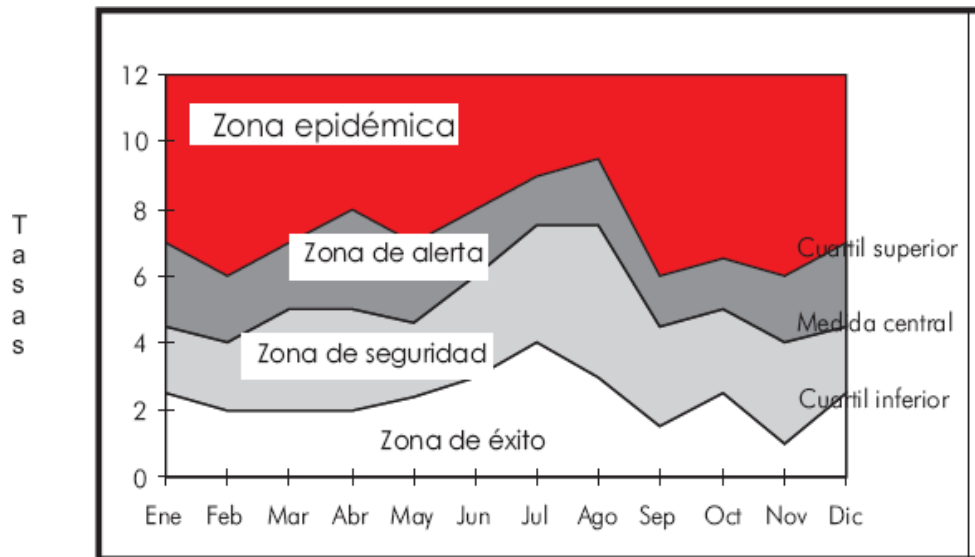
Otro método para el cálculo de corredores endémicos es el de la mediana y los cuartiles, que es el que figura en las Normas Nacionales. *En nuestro ejemplo* en la Ciudad XX para el mes de noviembre, según los datos que tenemos, la mediana sería 18, el percentilo 75 estaría en el valor 21 y el percentilo 25 en 16.

Algunas consideraciones importantes para construir corredores endémicos:

- No consignar el número de casos sino las tasas de incidencia. De esta manera, se evita encubrir cambios en el número de casos debidos a cambios en el número de integrantes de la población.
- Graficar entidades endémicas, de incubación breve y de evolución aguda.

Le presentamos *a modo de ejemplo* cómo quedaría el gráfico de corredor endémico de meningitis en la Ciudad XX para los años 1996-2000.

Gráfico 1. Corredor endémico de meningitis en la Ciudad XX (1996-2000).



B) Índice Epidémico:

Es la razón entre el número de casos presentados en una semana epidemiológica dada y los que se esperan (según la mediana de los 5 últimos años) para la misma semana.

Índices entre 0,76 y 1,24 se consideran esperables. Por sobre 1,25 la incidencia es alta.

En el ejemplo de la Tabla 1 (diarreas en Ciudad XX 1991-1995) para el mes de enero, la mediana es de 20 casos si tenemos 40 casos el índice será : $40/20 = 2$ (incidencia mayor de la esperable). Si tenemos 15 casos será de $15/20 = 0,75$ (zona de seguridad). Este índice no tiene utilidad en enfermedades poco frecuentes, dado que pequeñas oscilaciones en la incidencia ocasionan grandes oscilaciones en el índice. Estamos diciendo algo similar a lo que expresamos con el corredor endémico.

Retomando nuestra pregunta inicial: "¿Qué es una Brote?", diremos que el término Brote se define como un episodio, de tiempo limitado de duración, en el cual dos o más casos de la misma enfermedad tienen alguna relación entre sí, como en el caso de enfermedades eruptivas en guarderías. Este término también se suele utilizar para referirse a Epidemias con un origen común, como en el caso de Enfermedad de Transmisión Alimentaria (E.T.A.) después de una comida colectiva (casamiento, bautismo, etc.). Sin embargo, sustancias tóxicas, metales pesados, gases, entre otros, son capaces de provocar signos y síntomas semejantes a una infección vírica o bacteriana que pueden ser interpretados como un Brote y como tal merecen ser investigados. No obstante, muchas veces el término Brote se usa como sinónimo de Epidemia porque tiene una connotación social menos negativa.

Cuando se producen alteraciones súbitas en las tasas de incidencia de una enfermedad, antes de pensar en la posibilidad de estar frente a una Epidemia, debe descartarse la posibilidad de que este incremento sea debido a la presencia de "artefactos", como por ejemplo cambios en la notificación de los casos, en la definición de una enfermedad de un año a otro o en la modificación de los denominadores de las tasas por distintas razones.

Modificación "artificial" en la frecuencia de un evento

Veamos un ejemplo de un incremento "artificial" en la frecuencia de una enfermedad.

Distintos estudios mostraron que la incidencia del Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) aumentó anualmente entre 1981 y 1986. En 1987, se produjo un brusco aumento de 50% en la tasa notificada.

Este aumento, ¿se debió a un verdadero incremento en el número de casos de la enfermedad? No, efectivamente, en 1987, se modificó la definición de SIDA establecida por el Centro para el Control de Enfermedades (CDC), lo que significó la inclusión de un mayor número de sujetos infectados por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) entre los casos definidos como SIDA.

Otra consideración de importancia respecto del término "Epidemia" es la ampliación de su uso a enfermedades distintas a las transmisibles. Hasta hace algunos años, el término "epidémico" era casi estrictamente aplicado a la descripción de Brotes agudos de diferentes tipos de infecciones.

Sin embargo, durante el siglo XX se observó un cambio manifiesto en el patrón de la distribución de las enfermedades: las patologías de larga evolución, crónicas degenerativas, emergieron, especialmente en los países desarrollados, como principales causas de mortalidad. En esta situación, este tipo de enfermedades también "ocurría con una frecuencia mayor a la esperada". Aun más, recientemente, algunos investigadores han utilizado el término epidemia para describir la ocurrencia de otros eventos distintos a la enfermedad. Por ejemplo, Barros y Col titulan un artículo publicado en la revista Lancet en 1991 como "La Epidemia de las cesáreas en Brasil", para referirse al incremento desmedido de este tipo de intervención en los últimos años.

Por lo tanto, debe destacarse que a pesar de que en esencia el concepto de Epidemia se mantiene en el tiempo, su aplicación se ha ampliado para describir incrementos en la ocurrencia no sólo de enfermedades infecto-contagiosas, sino de diferentes eventos de Salud.

Fases de un Estudio de Brote

La Investigación Epidemiológica de un Brote reúne varias etapas incluidas en cualquier tipo de diseño de estudio. En el Módulo 2, se presentaron los diferentes tipos y las bases para la selección de un diseño, según los recursos de que se disponga, y las ventajas y limitaciones de cada estudio. En este Módulo, volveremos a esos contenidos para evaluar qué diseño deberíamos utilizar en el caso en que debamos estudiar un Brote.

En general, los estudios analíticos (casos y controles y cohortes) son los más utilizados para el estudio de un Brote; sin embargo, los estudios descriptivos son la forma "más accesible" para establecer un diagnóstico, y es por eso que también daremos un ejemplo de cómo utilizar este tipo de diseño para el estudio de un Brote.

Fases de un Estudio Descriptivo y de un Estudio de Brote

Para facilitar la comprensión y poder comparar los pasos de un estudio descriptivo con los de un estudio de Brote, en las Tablas 1 y 2 encontrará el orden en el que habitualmente se procede en cada caso. Si bien estos pasos se presentan consecutivamente, algunos son concurrentes.

Tabla 2. Pasos para la realización de un estudio descriptivo

PASOS	DESCRIPCIÓN
I	Definición del problema de Salud en estudio, adquisición de buen conocimiento acerca del evento y de la población afectada
II	Definición de los objetivos de estudio <ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Identificación de una frecuencia alta? ➤ Identificación de en quién, qué, dónde y cuándo ➤ Establecer una prioridad para la intervención ➤ Generación de hipótesis
	Quién: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificación de la población a estudiar. Criterios de Inclusión y Exclusión ➤ Identificación del número de individuos a estudiar (tamaño de la muestra)
	Qué: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Definición de las variables de estudio, teóricas y operativas ➤ Características de las variables (cualitativas, cuantitativas) ➤ Escalas y categorías ➤ Definición de Indicadores de Salud que se van a obtener (numerador y denominador) ➤ Datos comparativos, tasas y razones
	Dónde <ul style="list-style-type: none"> ➤ Definición del lugar
	Cuándo: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificación del período a ser estudiado
	Generación de hipótesis de las posibles causas del Brote a partir de lo descripto
III	Identificación de las fuentes de datos: disponibles, a ser recogidos
IV	Obtención del cuadro de la enfermedad
V	Verificación de si los resultados no están desviados (sesgo)
VI	Comparación de los resultados con las características de la enfermedad y los índices e indicadores de la enfermedad ya conocidos
VII	Conclusiones: el problema en estudio es epidémico, pandémico o endémico
VIII	Formulación de hipótesis para posteriores estudios
IX	Recomendaciones para la acción (Programas de Salud) en caso necesario

Tabla 3. Fases generales de una investigación de Brote

FASES	Etapas o pasos
<p style="text-align: center;">I Investigación y Análisis Preliminar</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Definir caso y verificar diagnóstico › Identificar y contar los casos. Notificarlos › Confirmar la existencia de Brote o Epidemia › Descripción epidemiológica: distribución según lugar y tiempo (mapas y gráficos) › Descripción según características de persona › Establecer fuente común o propagada y modo de transmisión › Determinar población de mayor riesgo › Formulación de hipótesis
<p style="text-align: center;">II Ampliación de la Investigación y Análisis</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Búsqueda de casos adicionales › Información adicional necesaria › Prueba de hipótesis › Analizar la información. Sistematizar estudio › Conclusiones › Medidas de Control definitivas
<p style="text-align: center;">III Conclusiones y Recomendacione</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Informe final › Comunicación a las autoridades › Implementar Programas de Control y Prevención

Para pensar y reflexionar...

Compare y distinga los pasos planteados en las Tablas 1 y 2. Identifique si existe alguna diferencia, trate de explicar los motivos y lleve sus reflexiones para discutir con su grupo y el docente.

Veamos un ejemplo de una situación hipotética de Brote y cómo ésta se estudiaría con un diseño de tipo descriptivo siguiendo los pasos expuestos en la Tabla 1.

"El 1 de marzo del 2000 se inició el ciclo lectivo en una escuela recientemente inaugurada. Se habían anotado 100 niños, cuyas edades iban de 6 a 9 años, ya que sólo se habían podido habilitar los primeros niveles (del 1ro. al 4to.) por razones edilicias. Al día siguiente de iniciadas las clases, se encontró que un niño de 6 años de edad perteneciente al primer nivel presentó difteria, y otros 18 casos enfermaron antes del final de la primera semana. Todos los niños afectados pertenecían al primer grado. En la segunda semana no se constató ningún caso de la enfermedad. Dado que era obligación contar con todas las vacunas en el momento de inscripción, todos los niños afectados habían recibido la vacuna para la difteria."

¿Cómo procedieron las autoridades sanitarias en esta situación?


Estudios de Brote


La principal característica del estudio de Brote es que se trata de una "investigación para la acción". Esto se da particularmente cuando la investigación del Brote se hace en pleno curso de la Epidemia, ya que siempre debería ir acompañada de una intervención o acción.


Es decir, que no sólo se trata de investigar la fuente o vehículo causal, sino también de adoptar medidas de control. El estudio a posteriori tiene su importancia, porque si bien no sirve para esta Epidemia, permite en algunos casos prevenir eventos futuros.

En la investigación de Brote se identifican tres fases (Tabla 2):

- **Fase I:** investigación y análisis preliminar de la información. Se deben establecer los criterios para la definición de un caso de la enfermedad y, a partir de ellos, realizar la confirmación diagnóstica de los casos identificados. La confirmación diagnóstica es la situación ideal, sin embargo a veces cuando no se cumplen todos los criterios para la definición de un caso, es necesario considerarlo como sospechoso. A continuación le presentamos los criterios que hay que tener en cuenta para la definición de un caso: En esta etapa es fundamental hacer una descripción del evento e identificación de la/s causa/s. Sin embargo muchas veces deben iniciarse paralelamente medidas de control sin tener una descripción acabada de la situación.

 Criterios Clínicos: signos y síntomas más frecuentes de una enfermedad, duración y secuencia de su manifestación

 Criterios de Laboratorio: aislamiento del agente, pruebas serológicas, histoquímicas, etcétera

 Criterios Epidemiológicos: se refieren a las variables universales en función de persona-lugar-tiempo

- **Fase II:** Ampliación de la investigación y análisis. En esta fase se completa lo iniciado en la anterior, se buscan casos adicionales y la información complementaria necesaria. Se comienza a analizar la información y se prueba la/s hipótesis esbozada/s en la fase anterior. En esta fase se deben establecer medidas de control, definiendo una o varias intervenciones que aseguren el control del Brote.
- **Fase III:** conclusiones y recomendaciones. Es la etapa en la que se debe redactar el informe final, que deberá incluir recomendaciones (sobre esto volveremos más adelante) y una evaluación de los resultados.

La separación en fases es artificial y se realiza a los fines didácticos. Las medidas de control comienzan a aplicarse muchas veces aun antes de la confirmación diagnóstica, que corresponde a la **Fase I**.

Por ejemplo, ante la sospecha de un caso de Sarampión, se realizan acciones de bloqueo con los contactos del paciente (vacunación, revacunación o gammaglobulina, según corresponda) y una vez confirmada la existencia de Brote, se puede tomar la decisión de realizar campaña de vacunación local.

- **Fase III:** conclusiones y recomendaciones. Es la etapa en la que se debe redactar el informe final, que deberá incluir recomendaciones (sobre esto volveremos más adelante) y una evaluación de los resultados.

Curva Epidémica (Fase I)

Una curva epidémica es un gráfico que presenta la distribución del tiempo en que se manifestaron los primeros síntomas de todos los casos ocurridos en un Brote de enfermedad. En ella, los casos son dibujados en relación al tiempo. Es conveniente al graficar este tipo de

curvas adecuar los intervalos de acuerdo al período de incubación de la enfermedad, en el caso de enfermedades con períodos de incubación muy cortas puede ser adecuado considerar intervalos de horas, mediodía, día. Para las enfermedades de incubación más prolongada puede ser necesario considerar intervalos de semanas o meses.

Para representar los casos, la utilización de cuadrados en lugar de puntos permite incorporar dentro de los mismos otra información *como por ejemplo*, el número de orden de la aparición de casos, confirmación diagnóstica, evolución, etcétera.

Usos de la curva epidémica:

- Determinar el tipo de Epidemia (propagada, fuente común).
- Establecer el rango máximo y mínimo del período de incubación.
- Determinar el momento y duración probable de la exposición.

Tipos de fuente de propagación I

¿Qué significa que un Brote se originó en una **fuentes común**?

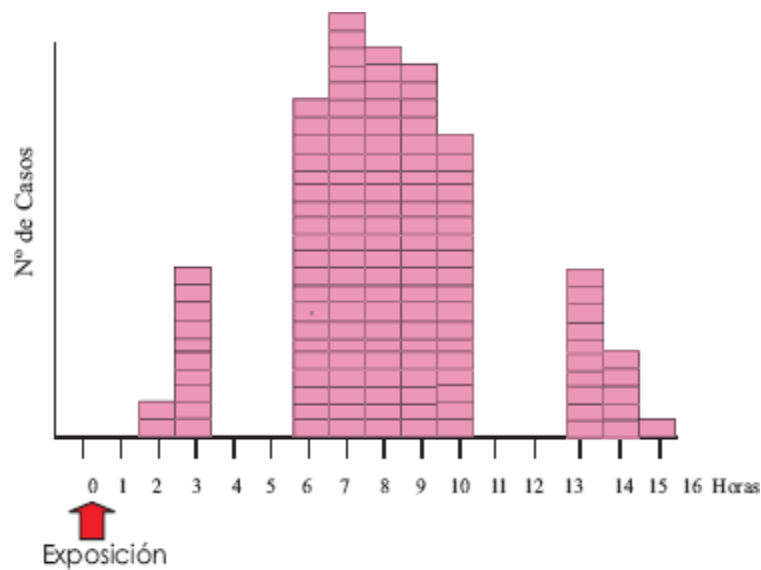
En esta situación muchos individuos están expuestos en un momento particular en el tiempo a la misma fuente que da origen al Brote. Cuando la exposición es poco duradera, al graficar la curva epidémica se observa un incremento brusco de la incidencia de la enfermedad, con un máximo puntiagudo y una regresión más lenta, a medida que va disminuyendo el número de casos nuevos al alejarnos del momento de producido el contacto con el agente causal.

Veamos un ejemplo: "En una cena se produce una toxoinfección alimentaria por Salmonella. Esta Epidemia es característica de un vehículo común: algún tipo de alimento. Dado que el período de incubación es de horas, los primeros casos aparecen tres horas después de la cena. En la Tabla 4 se presenta la dinámica de aparición de casos de la enfermedad y en el Gráfico 1 la curva epidémica correspondiente. Observe que la misma es unimodal, con un ascenso brusco y descenso progresivo, y un máximo de casos nuevos a las 8 horas de producida la exposición al agente causal.

Tabla 4. Casos de salmonelosis después de la exposición

Horas después de la cena (Horas DC)	Número de casos nuevos
3	2
4	10
5	18
7	20
8	25
9	23
10	22
11	18
14	10
15	5
16	1

Gráfico 2. Aparición de casos de salmonelosis después de la exposición



Tipos de fuente de propagación II

¿Qué significa que un Brote se originó en una fuente propagada?

Se dice que la fuente es propagada cuando la enfermedad se transmite de persona a persona.

El ejemplo característico son los Brote de enfermedades eruptivas.

Un Brote de Varicela en un jardín de infantes ocurrido en setiembre de 2000. Para comprender mejor la representación gráfica de la Epidemia de la enfermedad, es útil recordar que un niño con Varicela puede contagiar la enfermedad entre 48 horas antes de la formación de vesículas y 4 a 5 días después de su aparición hasta la formación de costras. Una vez ocurrido el contacto, el período de incubación varía entre 14 - 21 días.

En la Tabla 5, se presenta la dinámica de aparición de casos de la enfermedad. El caso índice en el jardín de infantes se había observado el 1 de setiembre. En la Tabla puede observar los casos nuevos ocurridos a partir del 13 de setiembre de ese año. Este primer incremento de la frecuencia de la enfermedad es secundario al caso índice observado a inicios de setiembre. A finales de mes se observa un segundo incremento, más importante que el anterior, originado a partir de los casos secundarios observados sobre mediados de mes.

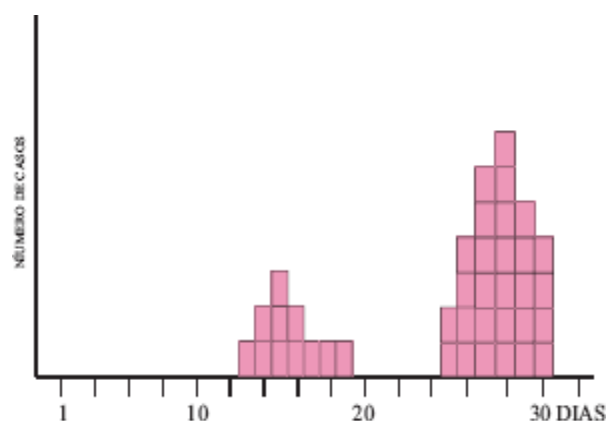
En el Gráfico 3 se muestra la curva epidémica correspondiente a este Brote. En este caso la unidad temporal no será horas, sino días.

Observe que en este caso la curva es bimodal, a diferencia de la curva anterior, porque la exposición de los niños a la Varicela ocurrió en diferentes momentos.

Tabla 5. Casos de Varicela durante la segunda quincena del mes de setiembre.

Día del mes	Casos nuevos
13	1
14	2
15	3
16	2
17	1
18	1
19	1
20	0
21	0
22	0
23	0
24	0
25	2
26	4
27	6
28	7
29	5
30	4

Gráfico 3. Aparición de casos de varicela durante la segunda quincena del mes de setiembre.



En esta situación, a partir del primer caso de la enfermedad, irán progresivamente apareciendo casos secundarios: el momento de aparición de estos casos secundarios depende del momento en que se produjo el contacto y del período de incubación en cada niño. Por este motivo, en este tipo de Brotes, el ascenso de la curva será más lento y progresivo. Asimismo, cada caso secundario podrá dar origen a nuevos casos de la enfermedad, por lo que la curva suele adoptar una forma multimodal, es decir con varios máximos en la frecuencia de la enfermedad, dependiendo esto de la aparición de nuevos casos a partir de los casos secundarios. Esta es una diferencia importante con las curvas epidémicas por vehículo común, que son de tipo unimodal, es decir, con un solo máximo en la frecuencia de la enfermedad.

Ampliación de la Investigación y Análisis (Fase II)

Al entrar en la segunda fase que es de la ampliación de la investigación y análisis, se deberá hacer la búsqueda de casos adicionales (los no descubiertos o no declarados), utilizando todas las fuentes de información disponibles (certificados de defunción,

ingresos/egresos hospitalarios, etc.). También se buscará cualquier información adicional que pueda ayudar a controlar el Brote. Las hipótesis deben ser verificadas a través de las tomas de muestra de todos los vehículos, vectores o reservorios posibles. La confirmación de diagnóstico en enfermedades de transmisión alimentaria se hace por confirmación del microorganismo en la muestra (resto de comida) o por confirmación de laboratorio en el paciente o por análisis epidemiológicos. Cuando se confirma la causa (microorganismo) se está hablando de un Brote de ETA confirmado.

Conclusiones y Recomendaciones (Fase III)

Finalmente, se analizará toda la información obtenida para arribar a una conclusión y establecer medidas de control que serán diferentes de acuerdo al evento, *por ejemplo*: aislamiento, desinfección, etcétera.

Caracterización del Brote según el Tipo de Fuente y su Dinámica de Transmisión

Las enfermedades transmisibles son aquellas enfermedades producidas por un agente infeccioso o sus toxinas que alcanzan un individuo susceptible por transmisión desde otro individuo infectado, animal o reservorio.

La caracterización de un Brote incluye conocer el tipo de fuente y la dinámica de transmisión; es decir, las características del agente, su fuente y medios de propagación (vectores), así como también la susceptibilidad del huésped. Entendemos por susceptible al individuo no infectado que puede infectarse. El individuo inmune no es susceptible.

Si se trata de una enfermedad contagiosa, las características arriba mencionadas constituirán los eslabones de la cadena de propagación de la enfermedad.

Al hablar de dinámica de transmisión puede hacerse referencia a:

- **Dinámica de Transmisión de un Brote:** implica el estudio de la fuente del Brote, puertas de entrada y salida, mecanismo de transmisión y huésped susceptible.
- **Dinámica de la Enfermedad:** se refiere a la historia natural de la enfermedad en un individuo e implica identificar y diferenciar el inicio y finalización de los períodos de incubación y sintomático de la enfermedad.
- **Dinámica de la Contagiosidad:** implica identificar el momento en el curso de la enfermedad en el que el individuo infectado pasa a un estado de contagiosidad y cuando este estado finaliza (Período de Contagiosidad).

A continuación se explicarán cada uno de estos aspectos de fundamental relevancia al analizar un Brote.

Dinámica de Transmisión de un Brote

Estudiar la dinámica de transmisión de un brote implica por un lado identificar y caracterizar cada uno de los eslabones de la cadena de transmisión (figura 1) y, por otro, reconocer el tipo de enfermedad infecciosa de la que se trata.

Eslabones de la Cadena de Propagación de las Enfermedades Infecciosas

Reservorio y Fuente de Infección:

Reservorio: es el hábitat natural del agente infeccioso. Es el lugar donde crecen y se reproducen. Según el tipo de agente éstos pueden tener reservorios Humanos, (enfermo o portador), Animales (enfermo o portador) o Mixtos. Algunos pocos agentes, como los hongos, utilizan un ambiente inanimado como reservorio.

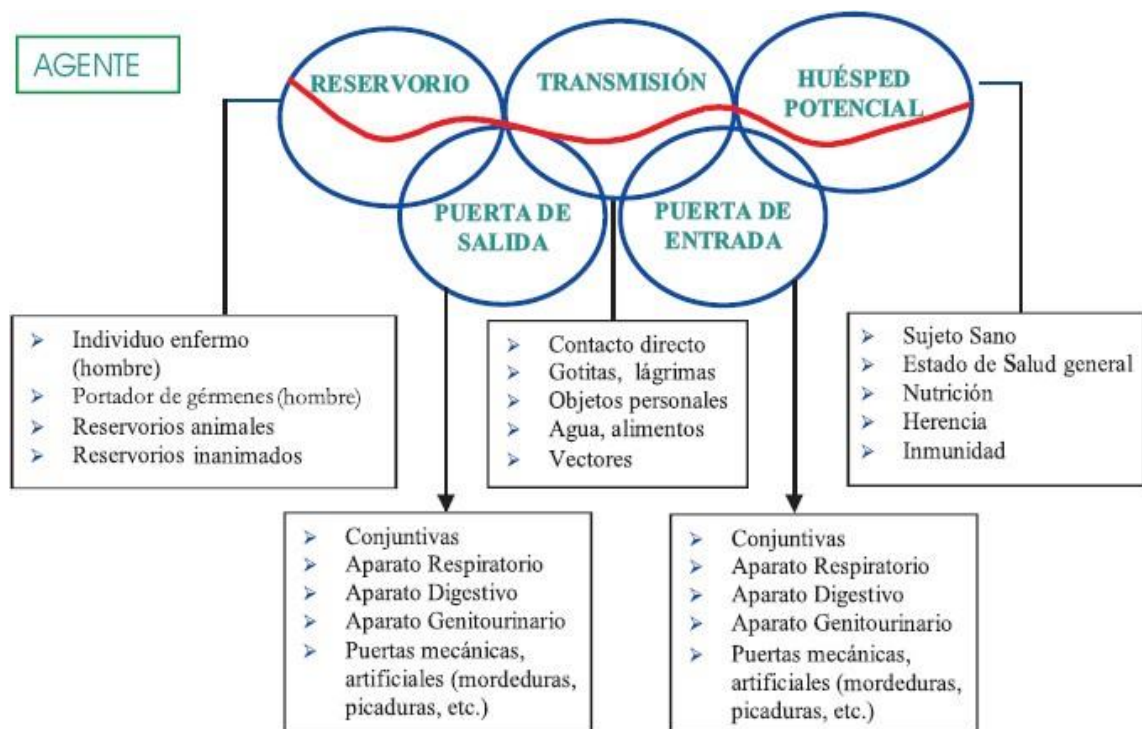
Fuente de Infección: es el elemento directamente infectante para el huésped.

Las fuentes de infección en la Vía de Transmisión Directa son los mismos reservorios. *Por ejemplo*, el hombre es reservorio y fuente de infección en las Enfermedades de Transmisión Sexual. Otro ejemplo son los perros en la transmisión de la Rabia. En la Vía de Transmisión Indirecta se identifican diferentes vehículos inanimados y vectores (invertebrado que acarrea el agente infeccioso de un huésped vertebrado a otro) como Fuente de Infección, pues facilitan que el agente infeccioso pase a un nuevo huésped y dé origen a un Brote, *por ejemplo*, el cólera transmitido por la ingestión de alimentos contaminados o el Dengue transmitido por la picadura del mosquito Aedes Aegypti.

Cabe diferenciar la fuente de infección (elemento directamente infectante para el huésped) hasta aquí descrita de la **fuente de contaminación**, que es aquella que permite el acceso del agente a la fuente de infección. *Por ejemplo* en el cólera: las heces de un paciente colérico son la fuente contaminante del agua de pozo de una comunidad.

El agua de pozo es la fuente de infección para aquellos que la beben.

Figura 1. Cadena de propagación de enfermedades infecciosas



Vía de Transmisión Directa: el Reservorio es la Fuente de Infección

- Personas enfermas (Reservorio Humano): son la fuente de infección de enfermedades como las eruptivas, *por ejemplo*, Varicela, Rubéola, etcétera.
- Animales enfermos (Reservorio Animal): son la fuente de infección de enfermedades como la Rabia.
- El ambiente inanimado es el Reservorio y la Fuente de Infección de enfermedades como la Micosis Superficiales de la piel.

Vía de Transmisión Indirecta: el Reservorio no es la Fuente de Infección

Los agentes llegan a través de elementos contaminados o

- Animales enfermos: contaminan con sus heces los alimentos y el agua que se convierten en la Fuente de Infección o elemento directamente infectante, como es el caso de muchas parasitosis, *por ejemplo* Hidatidosis, Triquinosis.
- Vehículos inanimados: *por ejemplo*, la transmisión del virus de la Hepatitis B o del virus del SIDA a través de una transfusión proveniente de un donante VIH + o, en los adictos por compartir una jeringa contaminada con sangre de un portador del virus o el agua contaminada de un pozo que al beberla produce un Brote de Hepatitis A .
- Vehículos vivos (Vectores): Aedes Aegypti que transmite el virus del Dengue.

Como mencionamos con anterioridad al describir las "curvas epidémicas", recordemos que de acuerdo a la forma de exposición de la población susceptible a la fuente estas podían clasificarse en: Brote o Epidemias de fuente común, propagada o de tipo mixto. Resulta fundamental reconocer la fuente de infección para poder implementar las medidas de control adecuadas.

IMPORTANTE: Analicemos las diferencias entre fuentes de infección...

Piense en cada una de las siguientes situaciones y trate de identificar qué diferencias existen entre las "Fuentes de Infección" en cada caso:

- Un Brote de Cólera en una población por exposición a aguas contaminadas.
- Un Brote de Sarampión.

La fuente es común cuando la misma da origen a una infección en varios individuos o en una comunidad que están en contacto con el mismo factor. En este caso, la exposición simultánea de varias personas a la misma fuente puede provocar una Epidemia "explosiva", de corta duración y limitada a los grupos expuestos.

Por el contrario, cuando la propagación se produce de una persona a otra, o de un animal enfermo a otra persona, la fuente se denomina propagada y las Epidemias son menos explosivas, de propagación radial o centrífuga.

En ocasiones, ambos mecanismos ocurren en forma simultánea. De hecho, algunas Epidemias se caracterizan por una transmisión por vehículo común en una primera fase seguida de una segunda fase de transmisión de la enfermedad de persona a persona.

Como ejemplo, podría mencionarse un Brote de Hepatitis A: en una primera fase de la epidemia hay varios individuos expuestos a aguas contaminadas por filtraciones de aguas cloacales; en una segunda fase, la transmisión se produce de persona a persona, por contacto estrecho con individuos infectados.

Caracterizar la forma en que se produce la Epidemia ("explosiva", con un incremento brusco de la incidencia de la enfermedad y descenso progresivo, o "menos explosiva", con un incremento y descenso de la incidencia más simétrico) es de gran utilidad para la identificación de la fuente de infección y el agente causal. Sin embargo, para identificar el agente, debemos saber qué es un agente.

Agente

Es el factor necesario (aunque no suficiente) para que ocurra el Brote y puede ser biológico (bacteria, virus), químico (veneno) o físico (radiación). Los agentes biológicos presentan cuatro características que los identifican: contagiosidad, patogenicidad, virulencia y poder de invasión.

La **contagiosidad** es la aptitud que tiene un agente patógeno para propagarse y se expresa por la Tasa de Ataque y la Tasa de Ataque Secundaria (nuevos casos aparecidos en una familia, club, colegio, etc., después del primer caso).

$$\text{Tasa de Ataque} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de enfermos}}{\text{N}^\circ \text{ total de personas susceptibles}} \times 100$$

$$\text{Tasa de Ataque Secundario} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de casos secundarios}}{\text{N}^\circ \text{ total de personas susceptibles expuestos} - \text{caso primario}} \times 100$$

La **patogenicidad** es la aptitud que posee el agente para generar la enfermedad, existen agentes patógenos por excelencia, como el Meningococo, y otros que son potencialmente patógenos como la Candida Albicans

$$\text{Patogenicidad} = \frac{\text{Número de personas con enfermedad clínica}}{\text{Número total de susceptibles expuestos}} \times 100$$

La **virulencia** es el grado de patogenicidad, muchas veces se confunde con la misma. Es la aptitud del germen para causar enfermedad en las personas que infecta. Numéricamente puede representarse de diferentes maneras. Cuando la muerte es el único criterio de enfermedad, se la puede expresar como tasa de letalidad, o cuando hay otros criterios de sanidad como el número de casos clínicos de enfermedad sobre total de infectados. La mayoría de los niños que se infectan con el virus de la Hepatitis A no presentan síntomas, mientras que la mayoría de los que se infectan con el Meningococo sí.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Virulencia} = \frac{\text{Número de personas infectadas enfermas}}{\text{Número total de personas infectadas}} \times 100$$

Finalmente, es la aptitud del agente para propagarse después de su penetración en el organismo.

Puerta de Salida

El camino por el cual un agente infeccioso sale de su huésped es en general denominado puerta de salida. Las principales vías de salida del agente son:

- Oro Faringe: Tuberculosis, Influenza, etcétera.
- Meato urinario y vagina: Gonorrea, Sífilis, etcétera.
- Orificio anal: Hepatitis A, Cólera, etcétera.
- Herida en piel: a través de lesiones superficiales, *como por ejemplo*, Hepatitis B o SIDA.
- Placenta: sería el caso de todas aquellas infecciones de transmisión vertical (madre-hijo) a través de la placenta, como la Rubéola, Toxoplasmosis, etcétera.

Transmisión

La transmisión del agente infeccioso implica cualquier mecanismo por medio del cual el agente causal del Brote se propaga desde una fuente o reservorio hacia una persona.

La transmisión de agentes puede ser clasificada de acuerdo a diferentes criterios. Según esta clasificación la transmisión puede ser:

Según la presencia o no de intermediarios entre la fuente y el huésped susceptible

a) **Transmisión por contacto directo**

b) **Transmisión por contacto**

indirecto

Transmisión por contacto directo

Cuando la transferencia del agente infeccioso desde un reservorio a una puerta de entrada es inmediata, es decir, sin que sea necesaria la presencia de ningún intermediario, se habla de transmisión por contacto directo.

Un ejemplo de este tipo de transmisión sería la de la transferencia del VIH por vía sexual desde un portador o sujeto infectado a un individuo susceptible. En este caso, el reservorio es un ser humano. Puede darse el caso de exposición directa a un reservorio no humano, como por ejemplo el caso del tétanos, cuando la/s herida/s en un individuo susceptible se expone/n directamente a materiales biológicos o inanimados colonizados con la bacteria.

Transmisión por contacto indirecto

Se dice que la transmisión ocurre por contacto indirecto, cuando es necesaria la presencia de algún tipo de intermediario para su transmisión. Básicamente, existen tres tipos de intermediarios:

Vehículo de transmisión: entendiéndolo por éste a cualquier material que actúa como intermediario para el transporte o la introducción de un agente en un huésped susceptible, sin que sea necesario que el agente se multiplique o se desarrolle en el vehículo antes de ser transmitido.

Ejemplos de este tipo de intermediarios son el agua, los alimentos, la ropa del personal, la ropa de cama, los instrumentos quirúrgicos, etc. *Un ejemplo* de este tipo de infección es la herida postquirúrgica adquirida por contacto con instrumentos quirúrgicos contaminados.

Vector: se consideran vectores a los invertebrados que propagan la enfermedad de un vertebrado enfermo a otro sano. *Un ejemplo* de este tipo de infección es la enfermedad de Chagas, en la que el parásito responsable se propaga por intermedio de la vinchuca.

Por intermedio del aire: por diseminación de aerosoles con agentes infecciosos hasta una puerta de entrada adecuada de un huésped, por lo regular, el tracto respiratorio.

Un ejemplo característico de este tipo de infección es la tuberculosis.

- **Según la relación existente entre el individuo que actúa como fuente del agente y el individuo susceptible.**

Según este criterio, la transmisión puede clasificarse en:

a) ***Transmisión Vertical***

b) ***Transmisión***

Horizontal

a) ***Transmisión Vertical***

La transmisión vertical se produce desde la madre al hijo a través de los gametos, por vía transplacentaria o después del nacimiento (*por ejemplo*, la transmisión por vía transplacentaria de sífilis o gonorrea).

b) ***Transmisión Horizontal***

La transmisión será de tipo horizontal cuando ocurra desde cualquier individuo que no sea la madre a otro.

Puerta de Entrada

Las puertas de entrada de un agente en el huésped son básicamente las mismas que emplea para su salida desde el individuo infectado o portador.

Sin embargo, existen otras enfermedades infecciosas en las que las puertas de entrada y de salida son diferentes.

Huésped Potencial

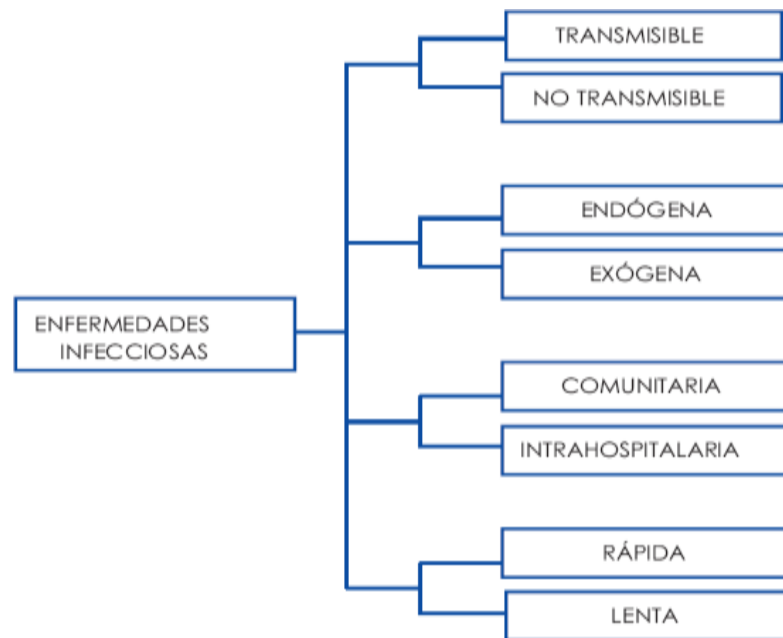
Para que se produzca una infección es necesario el encuentro entre el agente potencialmente patogénico con un huésped humano susceptible, a través de una puerta de entrada adecuada. En este sentido, es de destacar que las características del huésped también desempeñan un papel importante en el resultado eventual de una interacción agente-huésped. Si bien hay numerosos factores que modulan esta interacción y el resultado de la misma, el estado inmune del huésped tiene una participación clave tanto en el desarrollo de la infección como en su severidad.

Se considera persona inmune a aquel individuo que posee anticuerpos protectores específicos o inmunidad celular como consecuencia de una infección o inmunización anterior y en el que sus mecanismos de defensa pueden responder eficazmente frente a la presencia del patógeno evitando la infección. Por el contrario, un huésped susceptible es cualquier persona que no posee una resistencia adecuada frente a un patógeno determinado.

Clasificación de las Enfermedades Infecciosas

En el caso de las enfermedades infecciosas, existe también otro tipo de información adicional sobre la enfermedad que ayuda a caracterizar el Brote: enfermedades transmisibles vs. no transmisibles; infección exógena vs. infección endógena; infección hospitalaria vs. infección de la comunidad; infección lenta vs. infección rápida. ¿Qué significan cada uno de estos términos?

Figura 2. Clasificación de las enfermedades infecciosas



Si bien la transmisión de una enfermedad infecciosa se refiere al mecanismo por el cual un agente infeccioso pasa desde una fuente o reservorio a una persona, en este caso particular distinguiremos la transmisión de persona a persona. En este sentido, consideraremos las enfermedades infecciosas transmisibles como aquellas que pueden transmitirse de persona a persona, *como por ejemplo*, la Gripe. En menor proporción también existen enfermedades infecciosas no transmisibles, es decir, en las que no es posible el contagio entre personas. *Ejemplos característicos* de este tipo de infecciones son el Tétanos y la Histoplasmosis.

En segundo término, y de acuerdo al origen del agente patógeno, las infecciones pueden ser endógenas o exógenas. En las primeras, el agente que causa la infección se encuentra colonizando el mismo huésped y una alteración en la relación entre el huésped y el agente conduce a la infección. En las infecciones exógenas, el agente es transportado desde una fuente externa hasta el huésped.

Algunos ejemplos de infecciones endógenas y exógenas

Infección endógena

- La E. Coli se encuentra normalmente colonizando el tracto intestinal. Una alteración de la barrera mucosa puede provocar el pasaje de la bacteria al torrente sanguíneo y provocar una infección.
- Muchas infecciones por hongos son de tipo endógenas. *Un ejemplo* característico es la infección debida a *Candida albicans*, que en presencia de estados de disminución de las defensas del huésped puede ser causa de infecciones de diferente severidad.

Infección exógena:

- Enfermedades de transmisión sexual: Sífilis, Gonorrea, etcétera.
- Enfermedades transmitidas por vía fecal-oral: Hepatitis A.

Según el lugar donde se adquirió la infección, las infecciones pueden ser nosocomiales (adquiridas en el hospital) o de la comunidad.

Luego tenemos las infecciones nosocomiales o intrahospitalarias que son aquellas adquiridas por los pacientes durante la internación. Se trata de infecciones particulares debido a su transmisibilidad, gravedad potencial y costos. Los agentes patógenos suelen ser especialmente virulentos y exhiben patrones singulares de resistencia antimicrobiana. Por otra parte los huéspedes suelen ser particularmente susceptibles debido de que se trata de pacientes con patología de base que ocasiona la internación.

Ejemplo de infecciones nosocomiales y de la comunidad

- Neumonía intrahospitalaria en pacientes bajo asistencia respiratoria mecánica.
- Sepsis por E. Aureus en pacientes con catéteres endovenosos.

Infección de la comunidad:

- Neumonía por Neumococo, la que característicamente es adquirida en la comunidad.

De acuerdo a la duración del período de incubación, las infecciones pueden ser "rápidas" o "lentas". Estas últimas incluyen a aquellas infecciones con períodos de incubación muy prolongados y requieren para su diagnóstico estudios mucho más complejos durante largos períodos de tiempo.

Ejemplos de infecciones rápidas y lentas

Infección rápida:

- Toxoinfección alimentaria por Salmonella

Infección Lenta:

- Enfermedad de Creutzfeld-Jakob (enfermedad de la "vaca loca")

La consideración de cada uno de estos aspectos ayuda a caracterizar mejor una epidemia secundaria o un proceso infeccioso (figura 2).

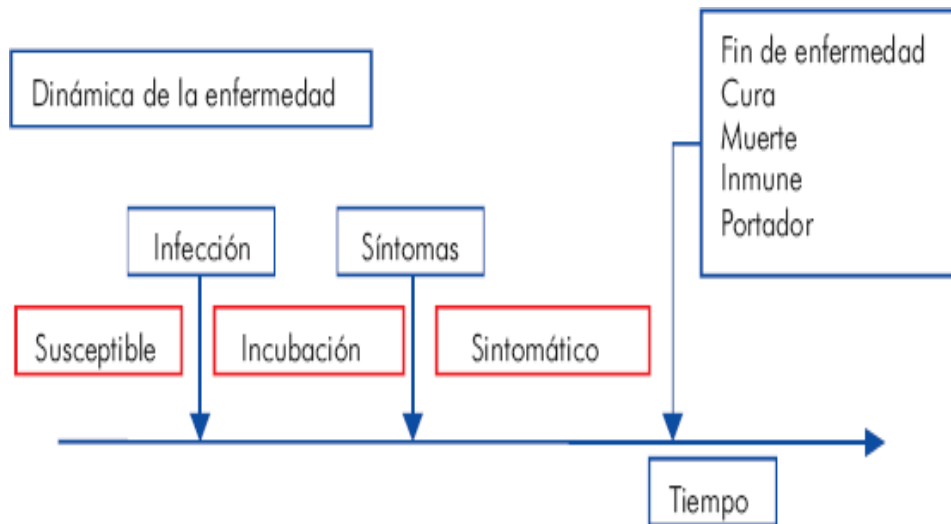
De igual manera, deben identificarse dos momentos en el curso de este proceso de gran relevancia para comprender cómo se produjo su propagación entre las personas:

- El momento en el que los individuos pasan de un estado de latencia de la infección a un estado de contagiosidad. Esto se denomina dinámica de la contagiosidad de la enfermedad.
- El momento en el que los individuos pasan de estar infectados pero sin síntomas a volverse sintomáticos. Esto se relaciona con la dinámica de la enfermedad.

Dinámica de la Enfermedad y Dinámica de la Contagiosidad de una Infección

Un factor de gran importancia para el estudio de la transmisión de las enfermedades infecciosas es el tiempo. En el curso de este tipo de enfermedades, se suceden una serie de etapas a través del tiempo que deben ser identificadas y diferenciadas. (figura 3 y 4).

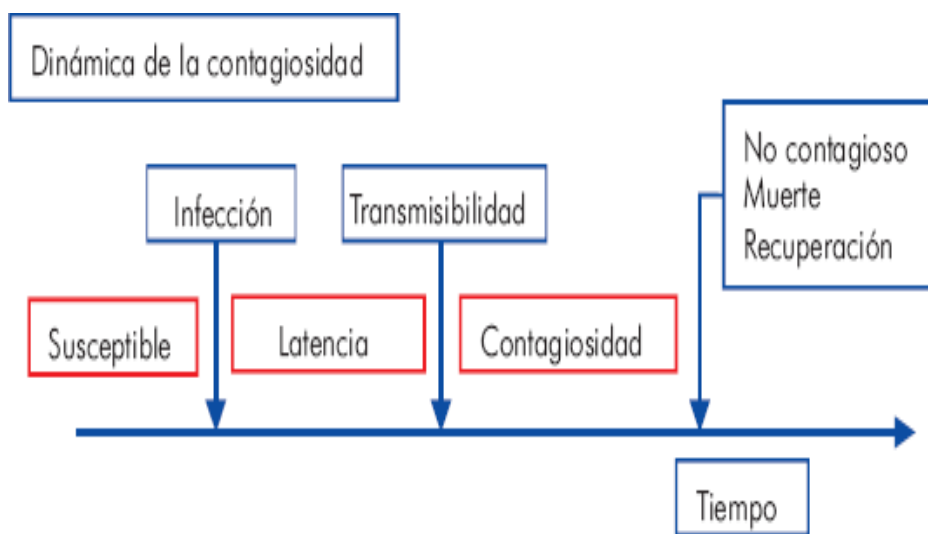
Figura 3. Etapas de la dinámica de la enfermedad



Incubación: intervalo entre la infección y la aparición de síntomas.

Período Sintomático: período en que los pacientes manifiestan síntomas.

Figura 4. Etapas de la contagiosidad de la enfermedad



Latencia: intervalo entre el momento de infección y el momento de inicio de la contagiosidad.

Contagiosidad: período en el cual el huésped puede infectar a otros susceptibles.

Pasos a Seguir en la Preparación de un Informe

Cada Epidemia constituye una experiencia de mucho valor y como toda experiencia de investigación debe ser compartida con los demás. Por otro lado, en algunos casos existe la obligación de presentar un informe a las autoridades correspondientes acerca del evento. Independientemente de la obligatoriedad de la redacción del informe, nunca debe olvidar la

siguiente premisa: "darle prioridad al informe para la notificación del Brote y facilitar siempre el mismo a las autoridades".

En la información que se incluya en el informe final no puede faltar los siguientes puntos:

- **La descripción de los factores que produjeron la epidemia.**
- **La evaluación de las medidas empleadas para su control.**
- **Las conclusiones y recomendaciones para la prevención de episodios similares en el futuro.**

Se presenta a continuación a modo de guía la Tabla 7 con los pasos a tener en cuenta para la presentación de un informe de Brote.

Tabla 7. Elementos del informe sobre epidemia

Informe de la investigación y control de un brote
1. Introducción - descripción de la situación sanitaria antes de la aparición del Brote
2. Descripción de la situación que ha conducido a la investigación: Qué ha pasado y quién ha promovido la investigación
3. Definición de los casos con criterios de inclusión y exclusión
4. Descripción de las técnicas de análisis de datos clínicos y no clínicos
5. Descripción de la epidemia: Cronología, morbilidad, mortalidad y letalidad, y valoración de un posible "origen" del suceso
6. Análisis epidemiológico: Tabulación de experiencias individuales y casos, comparación de las tasas de ataque y las exposiciones, análisis estadístico, interpretación epidemiológica, recertificaciones teniendo en cuenta los datos tardíos
7. Resultados de laboratorio: Aislamiento, tipificación, concentración de sustancias tóxicas, etcétera
8. Explicación de las posibles causas, formas y rutas de propagación
9. Descripción de las medidas individuales y colectivas para controlar la propagación de la enfermedad: Tratamiento, inmunización, pruebas, medidas sanitarias, etcétera
10. Evaluación de la eficacia de las medidas de control del Brote
11. Recomendaciones a largo plazo sobre el problema que ha causado el brote y la enfermedad estudiada

¿Cuál o cuáles son los propósitos del informe sobre un Brote?

Un informe de brote correctamente realizado debe satisfacer las siguientes expectativas:

PROPÓSITOS DEL INFORME SOBRE UN BROTE
<ul style="list-style-type: none"> • Compartir la experiencia • Presentar un informe a las autoridades • Describir los factores que produjeron la Epidemia • Evaluar las medidas empleadas para su control • Recomendar medidas para la prevención de episodios similares en el futuro

Referencias

1. Gill CA. The genesis of epidemics and the natural history of disease. NuevaYork (NY): William Wood and Company, 1928:1-39.
2. Cartwright FF, Biddiss M. Disease and history. NuevaYork (NY):Thomas Crowell Company, 1972:5-28.
3. Rosen G. A history of public health. Baltimore (MA):The Johns Hopkins University Press: 1958.
4. Sierra J. Obras completas de Justo Sierra. México, D.F.: UNAM, 1991; vol. 10:33-69.
5. Bucaille M. La Bible, le Coran et la science. París: Editions Seghers, 1987:245-255.
6. La Santa Biblia. Versión de Casiodoro de Reyna (1569). Buenos Aires: Sociedades Bíblicas Unidas, 1960:39-71.
7. Winslow ECA. The conquest of epidemic disease. A chapter in the history of ideas. Madison, Wisconsin: Princeton University Press, 1943: 117-160.
8. McNeil W. Plagas y pueblos. Madrid: Siglo XXI Editores, 1976:78-146.
9. Sendrail M. Historia cultural de la enfermedad. Madrid: Espasa-Calpe, 1983:57-250.
10. Hipócrates. Hippocratic writings. On airs, waters and places. Chicago: University of Chicago by Encyclopaedia Britannica, 1980:9-19.