

CAPITULO 10 CALCULOS INDICADORES Y ESTADISTICA

Al desarrollar las nociones del método epidemiológico hicimos referencia en forma reiterada a determinadas herramientas de cálculo, mediante las cuales resultaba posible expresar, presentar y comparar las sucesivas situaciones halladas.

Así habíamos afirmado que una vez disponibles los datos, éstos debían ser observados, procesados y convenientemente resumidos, con el fin de identificar primero, patrones de ocurrencia para profundizar luego su análisis.

Por elementales que parezcan las ecuaciones que a continuación comentaremos, creemos que hacerlo ejemplificadamente ayudará a unificar criterios respecto de su aplicación y fundamentalmente de la forma de interpretar sus resultados.

No exageraremos en la profundización de estas cuestiones pues entendemos que los docentes las dominan ampliamente, más aún aquellos que actúan en el área de las ciencias exactas.

Sin embargo, establecer una plataforma general de trabajo utilizando estos recursos, marcará una meta en materia de aplicación de contenidos si éstos no hubieren sido alcanzados y un punto de partida desde el cual será posible lanzar nuevos rumbos cuando ya se hubieren adquirido habilidades en su manejo.

En la descripción agruparemos las distintas herramientas en tres niveles conceptualmente vinculados con su aplicabilidad en proyectos pedagógicos:

A. Recursos de aplicación rutinaria

Nos referiremos aquí a los que entendemos resultan indispensables en la fase descriptiva para captar y observar los datos, presentar la información, resumirla y favorecer la obtención de las conclusiones.

Los contenidos necesarios para su manejo están contemplados en los diseños curriculares vigentes. A su desarrollo nos dedicaremos con mayor profundidad.

B. Recursos de aplicación condicionada

Incluiremos en este grupo algunas herramientas propias

de la fase de análisis y cuya aplicación debería quedar supeditada al criterio docente que seguramente estará condicionado por factores institucionales, ambientales, organizativos y académicos.

Aun cuando su manejo encuentre correlato en los contenidos curriculares, el grado de aplicabilidad y la conveniencia de hacerlo en la escuela corresponde a cada comunidad educativa. En nuestro criterio pueden resultar interesantes pero no imprescindibles. De ellos formularemos una descripción somera.

C. Recursos de aplicación especial

Son aquellos que por su especificidad no justifican ser considerados en forma sistemática aunque resulte útil tener noticias de su existencia. Entendemos que, en general, exceden los propósitos de nuestro proyecto de claro sesgo educativo.

En este caso nos limitaremos sólo a mencionarlos con el único fin de completar la visión de esta exposición e insinuar un planteo posible para quienes consideren oportuno emplearlos.

En la formulación de los contenidos y su ordenamiento, nos hemos inspirado en el trabajo "Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos" del Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación, por considerar que propone un enfoque apropiado para nuestro propósito.

A. Recursos de aplicación rutinaria

1. Captación de los datos

La primera operación del trabajo estadístico es la captación de los datos que forma parte de la "observación", si nos referimos al método científico. Es el contacto del estadístico con la realidad y proporciona el material necesario para poder realizar posteriores análisis.

El trabajo estadístico es una investigación sobre el comportamiento promedio de un conjunto de individuos respecto de un atributo (sexo, edad, características somáticas etc.) o conjunto de ellos. El total de individuos al que se refiere la investigación, se denomina población, universo o colectivo.

En cuanto a la amplitud con que se realiza la toma de los datos, es posible adoptar modalidades diversas:

- a. abarcando toda la población elegida, lo que supone un

trabajo de estadística descriptiva,

- b. seleccionando sólo una parte de la población elegida (relevamientos muestrales), cuyo estudio arroja conclusiones aplicables al universo bajo estudio; hablaremos entonces de estadística inductiva.

2. Presentación de los datos

No debemos desconocer que en el camino al planteo y resolución de una hipótesis con rigor científico, existen cuestiones cuya consideración ortodoxa escapa, en algunos casos, a las posibilidades del ámbito escolar. Ello no será motivo para abandonar la empresa sino para condicionarla a los reales alcances y propósitos.

Tener clara esta situación, es altamente útil para asumir propias limitaciones, descubrir la amplitud de los espacios del conocimiento, ser cautos en la valoración de los resultados y, por sobre todas las cosas, estar preparados para asumir fracasos parciales que, lejos de frustrarnos, deben constituir una plataforma de relanzamiento con la fortaleza que aporta la reflexión sobre el error y las conductas correctivas incorporadas.

La primera de esas cuestiones apunta a determinar los datos necesarios a partir de los cuales construiremos la información. La siguiente es la que buscará determinar de dónde esos datos serán obtenidos.

En algunos casos las poblaciones resultarán excesivamente amplias como para abordarlas íntegramente. Ello obligará a recurrir a una muestra, lo que a su vez propone dos nuevos interrogantes: ¿puede el problema estudiarse por medio de una muestra? y, siendo así, ¿cómo se obtiene ésta para que resulte representativa?

Nos anticipamos a decir que los trabajos de muestreo requieren de muchos conocimientos y formación, propios de profesionales especializados. Su tratamiento y aplicación escapan totalmente a los fines de este trabajo y la proyección de sus propósitos.

Si en alguna circunstancia se creyera necesaria su aplicación recomendamos la consulta con especialistas. Aun así, sugerimos asumir en sumanejo la posibilidad de errores procedimentales y relativizar el peso de los resultados que se obtengan.

En nuestro trabajo podremos recurrir a la determinación de cohortes, lo que facilitará en este aspecto esta complicada etapa del proyecto.

Resuelto el "¿qué datos?" y "¿de dónde obtenerlos?", podremos encarar su recolección, tarea que habrá de ejecutarse con reglas claras y total prolijidad. Debe tenerse en cuenta que la operación constituye la "piedra angular" del trabajo.

Una vez lograda ésta y al comenzar el análisis de las variables nos encontraremos con tipos diversos de datos o atributos:

- . cualitativos (no numéricos): que determinan la presencia o ausencia de un atributo o la intensidad con que se presenta ej. sexo, grupo sanguíneo, estado civil etc.

- . cuantitativos (medibles): en cuyo caso deben diferenciarse dos clases de valores:
 - discretos: se miden por medio de números enteros ej. nro. de alumnos, nro de enfermos etc.
 - continuos: adoptan cualquier valor del conjunto de números reales, ej. peso corporal, talla, medida de pliegues etc.

Cuando se ha obtenido una serie de valores resulta necesario su ordenamiento y agrupamiento de modo tal que se facilite su estudio por simple observación o planteando cálculos apropiados con sus elementos.

Ello implica que el universo de observaciones debe subdividirse en grupos de elementos semejantes respecto de la característica bajo estudio, lo que se logra a través de una técnica orientada a la construcción de "tablas de distribución de frecuencias".

a. Tablas de frecuencias

Esquematizaremos a continuación los pasos necesarios para su construcción:

a1. Registro de valores: (ej. pesos en kg. obtenidos en un estudio antropométrico en una escuela rural)

CASOS	PESOS	CASOS	PESOS	CASOS	PESOS	CASOS	PESOS
1	30,0	13	37,6	25	61,0	37	50,1
2	87,7	14	83,2	26	60,0	38	54,4
3	51,1	15	45,5	27	32,1	39	58,6
4	50,0	16	56,7	28	47,6	40	59,7
5	50,0	17	32,1	29	33,2	41	62,1
6	73,4	18	61,2	30	62,1	42	81,2
7	47,6	19	50,0	31	63,2	43	59,8
8	53,2	20	89,9	32	40,1	44	63,2
9	62,3	21	53,4	33	43,2	45	43,4
10	39,7	22	54,3	34	47,8	46	47,8
11	63,2	23	79,8	35	73,2	47	76,7
12	69,9	24	70,0	36	47,0	48	53,2

a2. Ordenamiento creciente de los valores del registro de pesos registrados.

OBS	PESO	OBS	PESO	OBS	PESO	OBS	PESO
1°	30,0	13°	47,6	25°	54,4	37°	63,2
2°	32,1	14°	47,8	26°	56,7	38°	63,2
3°	32,1	15°	47,8	27°	58,6	39°	69,9
4°	33,2	16°	50,0	28°	59,7	40°	70,0
5°	37,6	17°	50,0	29°	59,8	41°	73,2
6°	39,7	18°	50,0	30°	60,0	42°	73,4
7°	40,1	19°	50,1	31°	61,0	43°	76,7
8°	43,2	20°	51,1	32°	61,2	44°	79,8
9°	43,4	21°	53,2	33°	62,1	45°	81,2
10°	45,5	22°	53,2	34°	62,1	46°	83,2
11°	47,0	23°	53,4	35°	62,3	47°	87,7
12°	47,6	24°	54,3	36°	63,2	48°	89,9

a3. Cálculo de la amplitud

Amplitud (A) = mayor valor - menor valor

$$A = 89,9 - 30 = 59,9 \text{ kg}$$

a4. Determinación de grupos e intervalos

Es preciso definir grupos o clases, ya que se busca marcar la tendencia de la distribución. El número de grupos no deberá ser escaso ni excesivo. Es recomendable trabajar con un número de grupos que oscile entre diez y veinte, manteniendo constante, naturalmente, el tamaño del intervalo. Elijamos trabajar con 10 grupos; tendremos entonces:

Nº de grupos propuestos: 10

Amplitud (ya calculada): 59,9 kg.

Nº total de datos : 48

$$\text{Tamaño del intervalo (I)} = \frac{\text{Amplitud}}{\text{Nº de grupos}}$$

$$(I) = \frac{59,9 \text{ kg}}{10} = 5,99 \text{ kg. aprox. } 6 \text{ kg.}$$

a5. Construcción de la tabla de frecuencias

En ella serán considerados los siguientes valores:

- . número de orden del grupo
- . valores del registro comprendidos en cada intervalo, teniendo en cuenta el tamaño calculado para el mismo
- . número de valores de cada intervalo
- . frecuencia relativa de cada intervalo
- . valor central del intervalo

Desarrollemos a título de ejemplo la primera clase de la tabla:

- CLASE: 1

- Intervalo: 30,0 ; 35,9

- valor inicial = 30,0 kg

- valor final = valor inicial + tamaño intervalo
= 30,0 kg + 5,9 kg = 35,9 kg.

- N° de valores: 4 (30,0-32,1-32,1-33,2)

También denominada "frecuencia de clase"; es el número de valores de cada intervalo.

- Frecuencia relativa (fr): 8,33

Es el valor que resulta de dividir la frecuencia de la clase considerada por el número total de valores y multiplicar dicho cociente por cien.

$$fr = \frac{\text{frecuencia de la clase}}{\text{número total de valores}} \times 100 = \frac{4}{48} \times 100 = 8,33$$

- Valor central: 33

También llamado "marca de la clase", es el valor central de todos los contenidos en la clase considerada.

Construcción de la tabla completa

CLASE	INTERVALO kg	FRECUENCIA DE CLASE	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR CENTRAL (kg)
1	30,0-35,9	4	8,33	33
2	36,0-41,9	3	6,25	39
3	42,0-47,9	8	16,66	45
4	48,0-53,9	8	16,66	51
5	54,0-59,9	6	12,50	57
6	60,0-65,9	9	18,75	63
7	66,0-71,9	2	4,16	69
8	72,0-77,9	3	6,25	75
9	78,0-83,9	3	6,25	81
10	84,0-89,9	2	4,16	87

Sólo resta ahora titular la tabla construida. Para ello se compondrán las respuestas a las siguientes preguntas:

¿qué? : distribución de pesos

¿cómo?: expresados en kg.

¿dónde?: tomados en una escuela rural - Bs. As.

¿cuándo?: 1993

Como recomendación final habrá de insistirse en que todo dato deberá estar acompañado por la unidad de medida correspondiente. En el caso de tasas habrá de consignarse el múltiplo de diez aplicado a la expresión para hacerla significativa (ver más adelante).

b. Gráficos

El análisis de una tabla de frecuencias proporciona, por mera observación, información para la comprensión de la distribución de la característica analizada (pesos corporales).

Anexar a dicha tabla un gráfico que exprese las variables estudiadas en un sistema de ejes cartesianos, facilitará el descubrimiento de correspondencias y la lectura del perfil de frecuencias.

Deberá prestarse especial atención al construir y leer gráficos, a las escalas en las que hubieren sido representadas sus variables. Un uso inadecuado de éstas puede producir distorsiones e inducir conclusiones erróneas.

Asimismo deberá tenerse en cuenta la circunstancia que presenta la coincidencia o no, del origen de los ejes con el cero de las escalas.

En todos los casos el gráfico deberá ser un complemento de las tablas y no un sustituto de ellas.

b1. Gráficos corrientes

Podrán emplearse modelos diversos. En una dimensión, el denominado gráfico de tortas, podrá expresar la incidencia relativa de las distintas variantes halladas en la característica bajo análisis.

Otros modelos bidimensionales, como los diagramas lineales, los de barras (verticales u horizontales), los de barras apiladas etc. pueden utilizarse para objetivar la secuencia de medidas de frecuencia como tasas por ejemplo, ubicando en la abscisa (eje x, horizontal), las unidades de tiempo y en la ordenada (eje y, vertical), la magnitud (razón, proporción o tasa) hallada.

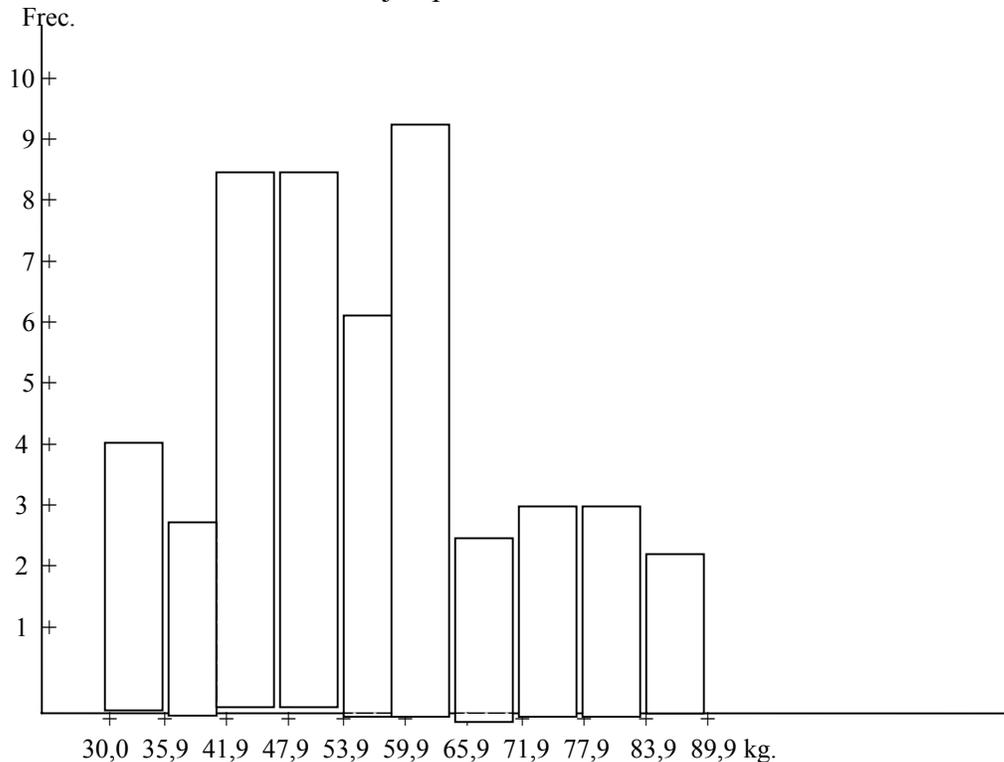
b2. Diagramas de áreas

Se encuentran en esta categoría los histogramas y polígonos de frecuencias. Se aplican en la graficación de frecuencias de clases. Ambos se construyen ubicando en la abscisa los valores de la característica medida y en la ordenada la frecuencia con que dicha característica ocurre.

- Histogramas

Los histogramas se componen por barras yuxtapuestas sin espacios entre ellas. Su significación está dada por la superficie de las barras y no por su altura. Los intervalos de clase se expresan en la abscisa quedando así determinado el ancho de cada barra. El "techo" de las mismas está dado por la horizontal que se corresponde con la frecuencia de cada intervalo desplegada en la ordenada.

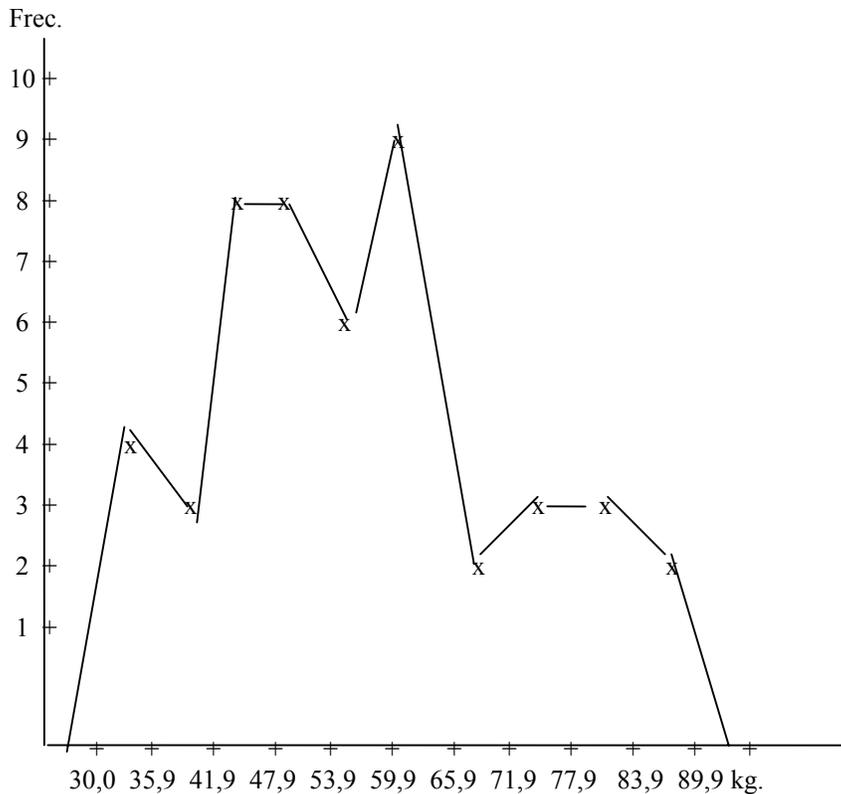
Continuando con el ejemplo desarrollado en la tabla:



- Polígono de frecuencias

En el caso de los polígonos, la frecuencia observada para cada clase, se representa en el punto determinado por la vertical que cruza el valor central del intervalo y la horizontal correspondiente a dicha frecuencia.

Los puntos así determinados se unen con la poligonal que los incluye. La poligonal se cierra sobre los extremos inicial y final dados por los puntos medios de los intervalos anterior al primero y posterior al último respectivamente.



En el polígono de frecuencias interesa la superficie que delimita la poligonal con la abscisa y que resulta equivalente para las mismas variables, a la determinada en el histograma correspondiente.

3. Procesamiento de los datos

El estudio de cualquier fenómeno que ocurra a una comunidad y más aún tratándose de la salud, demandará inicialmente el conocimiento de la frecuencia de sus manifestaciones expresadas por aspectos como carencias, limitaciones, enfermedad, etc.

Dichas frecuencias son susceptibles de ser expresadas mediante valores denominadas genéricamente indicadores y que pueden mostrar una condición de disponibilidad (peso, escolaridad, maduración etc.), o una falencia (enfermedad, carencias, deserción escolar, abandono etc.). A algunos de ellos nos referiremos en los próximos párrafos.

Es observable, además, que los datos que nos proporcionan las actividades de recolección están representados por cifras absolutas que expresan las cantidades de expuestos a un riesgo, de afectados etc. y ofrecen aspectos parciales de la información necesaria, debiendo ser complementadas por otras

medidas que resuman lo expresado por varias de ellas y expongan con claridad las relaciones que las mismas pudieran reconocer.

Presentamos a continuación unos y otras, recomendando manejo cuidadoso en la selección de los operandos, prolijidad en los cálculos y cautelosos criterios para la interpretación de sus resultados.

3.1 Indicadores

a. Razones

Se denomina así a la relación establecida entre dos valores mediante un cociente, sin importar la naturaleza de dichos valores.

Supongamos la intención de lograr una expresión que muestre la situación surgida de estas hipotéticas mediciones:

- . escuelas contabilizadas: 150
- . docentes que encaran temas de salud: 25

$$\frac{150 \text{ escuelas}}{25 \text{ docentes}} = 6 \text{ que expresa el número de escuelas por docente especializado}$$

Muy distinta sería la situación si el número de docentes que encaran temas de salud fuera de 75, en tal caso:

$$\frac{150 \text{ escuelas}}{75 \text{ docentes}} = 2 \text{ que expresa el número de escuelas por docente especializado}$$

Otro tanto habría ocurrido si los 25 docentes inicialmente contabilizados se correspondieran con 5 escuelas:

$$\frac{5 \text{ escuelas}}{25 \text{ docentes}} = 0,2 \text{ que expresa el número de escuelas por docente especializado}$$

En el primer caso interpretamos que cada docente debe atender 6 escuelas; en el segundo cada uno 2 escuelas, en tanto en el tercero 0,2 de escuela o, expresado de otro modo, cada escuela dispondrá de 5 docentes tratando temas de salud.

Resulta clara entonces la utilidad de esta medida para poner en evidencia situaciones por demás distintas e inferir sus consecuencias.

Generalizando, entonces, diremos que el resultado del cálculo de una razón expresará los elementos de la magnitud del numerador que existen por cada elemento de la magnitud del denominador.

En nuestro ejemplo: a cada "docente especializado" corresponden n escuelas; siendo n el resultado del cálculo de la razón establecida.

b. Proporciones

En las proporciones también se establece una comparación y se lo hace por medio del cociente entre dos valores, por lo tanto también son razones.

Pero a diferencia de éstas los elementos que en ellas se comparan son de naturaleza similar. En otros términos, el numerador expresa un subconjunto y el denominador el conjunto al que el primero pertenece.

Por ejemplo, si en una imaginaria población escolar formada por 1350 alumnos hubiéramos establecido que en 530 se han verificado carencias alimentarias que responden a la siguiente discriminación:

- . hierro (fe): 370 alumnos
- . vit. C (vC): 159 alumnos
- . vit. A (vA): 106 alumnos
- . calcio (ca): 53 alumnos
- . otras (ot): 265 alumnos

podríamos expresar las proporciones de cada tipo de carencias en el conjunto de todos los tipos detectados.

$$\begin{array}{ccccc} 370 & 159 & 106 & 53 & 265 \\ \text{fe: } \frac{\text{-----}}{530} = 0,7 & \text{vC: } \frac{\text{-----}}{530} = 0,3 & \text{vA: } \frac{\text{-----}}{530} = 0,2 & \text{ca: } \frac{\text{-----}}{530} = 0,1 & \text{ot: } \frac{\text{-----}}{530} = 0,5 \end{array}$$

Los valores 0,7 - 0,3 - 0,2 - 0,1 y 0,5 están identificando la importancia que cada carencia tiene respecto del conjunto de carencias de todo tipo. De otra manera podríamos decir que la significación de cada carencia respecto del total es en términos porcentuales la siguiente:

- . fe (0,7): 70%
- . vC (0,3): 30%

- . vA (0,2): 20%
- . ca (0,1): 10%
- . ot (0,5): 50%

no escapa al lector observador la existencia de intersecciones entre los subconjuntos descriptos (la suma de valores supera cien), lo que significa que hay alumnos que padecen más de una carencia.

c. Tasas

Una tasa es también una comparación realizada por medio de un cociente por lo que técnicamente y en forma genérica las tasas son razones. No obstante aquí también caben algunas consideraciones especiales sobre sus operadores que condicionan una aplicación particularizada.

En el numerador del cociente con que se calculará una tasa, se expresa el número de individuos que han presentado o padecido una manifestación del fenómeno bajo estudio en un lugar y durante un período determinados.

En el denominador figurará la población del mismo lugar durante el mismo período, medida en el momento que, se considera, expresa un valor promedio, habitualmente a la mitad del período observado, cuando las altas y bajas de la primera mitad se compensan con las de la segunda.

Normalmente los valores que resultan de esta operación carecen, por su magnitud, de significado, por lo que se los multiplica por la unidad seguida de ceros (10, 100, 1000, 10.000, 100.000), según resulte necesario para hacerlos comprensibles.

En un supuesto trabajo de evaluación de aptitud física realizado en una comunidad, cuyos integrantes en edad escolar suman 1.500 alumnos, se detectaron durante el año 1.995 13 hipoacúsicos y 25 disminuidos visuales.

Si aplicamos la ecuación para el cálculo de las tasas que expresen los daños observados tendremos:

Tasa anual de la disminución	13
auditiva, en la edad escolar	----- = 0,0086 x 1000 = 8,66
para la comunidad estudiada	1500

Tasa anual de la disminución visual, en la edad escolar para la comunidad estudiada	25 ----- = 0,0166 x 1000 = 16,6 1500
---	--

en ambos casos se multiplicó por mil para lograr una expresión significativa de los resultados.

Los cálculos nos indican que en la comunidad observada durante 1995 la exposición al riesgo de presentar una hipoacusia fue de 8,66 y el de tener una disminución de la agudeza visual del 16,6 en ambos casos por cada mil integrantes en edad escolar.

Pero hay algo más. Cuando se estudia el daño producido por una determinada causa en una población, en términos de salud, la valoración de la morbilidad o enfermedad originada, exige la dar respuesta a tres aspectos básicos:

- . ¿cuántos casos nuevos aparecieron durante el período?
- . ¿cuántos casos totales (nuevos o viejos) existen?
- . ¿cuántas muertes causó la enfermedad en el período?

Las respuestas a las cuestiones planteadas expresan los conceptos de incidencia, prevalencia y letalidad que seguidamente comentamos.

Incidencia: refiere el número de nuevos casos de una enfermedad que durante un período afectan la población bajo estudio. La relación se establecerá pues entre los nuevos casos y la población donde ocurren. Da idea de la velocidad con que el problema avanza y posibilita la previsión de acciones de control.

Prevalencia: contabiliza el número de casos existentes sumando, a los de períodos anteriores, los nuevos que se hubieran registrado (frecuencia acumulada). También aquí la relación se establece con la población en la que los casos se han presentado.

Letalidad: expresa el número de fallecidos a causa de una enfermedad en relación con quienes han presentado el mismo

padecimiento. Obsérvese que en este cálculo el denominador se restringe a quienes han padecido la enfermedad pues se trata de medir los efectos letales que ella ocasiona. Resulta un indicador claro de la gravedad del mal.

En este espacio podríamos imaginar la medición de otras situaciones que sin ser la muerte marcan también un nivel de gravedad, como ocurre con las discapacidades secundarias a determinadas patologías.

Imaginemos para ejemplificar lo precedentemente expuesto, una hipotética comarca en la que se depositan contaminantes industriales que comienzan a producir efectos tóxicos. La observación corresponde al período anual 1994 disponiéndose del siguiente registro:

Habitante	Enfermó	Curó	Murió
1	Jun/98	----	15/03/94
2	Jul/98	Jun/94	----
3	May/98	----	----
4	Abr/94	----	----
5	Jun/94	Dic/94	----
6	Ago/94	----	05/11/95
7	Set/94	----	----

Puede observarse fácilmente que concurren en el registro "casos viejos" (anteriores a 1994) y "casos nuevos", ocurridos durante 1994 (período de observación).

El análisis de los datos precedentes nos conduce al siguiente resumen:

casos nuevos (ocurridos durante 1994): 4

casos totales (nuevos y anteriores) : 7

muerter (ocurridas durante 1994) : 1

Sabiendo que la población bajo estudio cuenta con 2.000 habitantes, resulta posible ahora el cálculo de las siguientes tasas:

$$\begin{array}{l} \text{Tasa de INCIDENCIA} \\ \text{de la enfermedad} \end{array} \quad \begin{array}{l} 4 \\ \text{----} \\ 2000 \end{array} \times 10000 = 20 \text{ casos nuevos} \\ \text{por c/10000 hab.} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Tasa de PREVALENCIA} \\ \text{de la enfermedad} \end{array} \quad \begin{array}{l} 7 \\ \text{----} \\ 2000 \end{array} \times 10000 = 35 \text{ casos ocurridos} \\ \text{por c/10000 hab.} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Tasa de LETALIDAD} \\ \text{de la enfermedad} \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \\ \text{----} \\ 7 \end{array} \times 100 = 14 \text{ de c/100 enfermos} \\ \text{fallecen} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Tasa de MORTALIDAD} \\ \text{por la enfermedad} \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \\ \text{----} \\ 2000 \end{array} \times 10000 = 5 \text{ de c/10000 hab.} \\ \text{mueren por la enf.} \end{array}$$

Adviértase la diferencia existente entre las tasas de letalidad y mortalidad; en tanto el universo de la primera son los enfermos del mal bajo estudio, el de la segunda es la población en que el fenómeno ocurre.

Con los valores hallados han quedado dimensionados los efectos de mortalidad y morbilidad originados sobre la población observada por las causas bajo estudio durante el período especificado.

Como complemento de lo expuesto se detallan a continuación algunas de las tasas de uso más frecuente:

$$\begin{array}{l} \text{Tasa anual bruta de} \\ \text{mortalidad general} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{N}^\circ \text{ de muertes en un área y año dados} \\ \text{-----} \\ \text{Población de la misma área y año} \\ \text{estimada a la mitad del período} \end{array} \times 1000$$

$$\begin{array}{l} \text{Tasa de mortalidad} \\ \text{infantil} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{N}^\circ \text{ muertos} < 1 \text{ año en área y año dados} \\ \text{-----} \\ \text{N}^\circ \text{ de nacidos vivos misma área y año} \end{array} \times 1000$$

$$\begin{array}{l} \text{Tasa anual de} \\ \text{mortalidad materna} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{N}^\circ \text{ de mujeres muertas en área y año} \\ \text{dados, por embarazo parto o puerperio} \\ \text{-----} \\ \text{N}^\circ \text{ de nacidos vivos misma área y año} \end{array} \times \begin{array}{l} 1000 \\ \text{ó} \\ 10000 \end{array}$$

$$\text{Tasa anual de mortalidad por edad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ muertos de grupo etario específico en área y año dados}}{\text{Población del grupo etario misma área año, estimada a mitad del período}} \times 1000$$

$$\text{Tasa anual bruta de natalidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ nacidos vivos, área y año dados}}{\text{Población de la misma área y año estimada a la mitad del período}} \times 1000$$

Ajuste de tasas

Si bien no desarrollaremos aquí el procedimiento por entender que excede el fin específico de esta obra, se nos ocurre útil realizar una advertencia.

Las tasas miden un hecho, consecuencia de diversos factores que naturalmente influyen el resultado.

Si mediante el cálculo de tasas han podido medirse las situaciones de dos poblaciones respecto de un mismo fenómeno, es inevitable la tentación de compararlas. Dicha comparación puede lograrse mediante dos procedimientos de cálculo entre las tasa obtenidas: la diferencia y el cociente.

Los resultados de esta comparación pueden inducirnos a concluir que en una de las poblaciones el riesgo de enfermar es decididamente superior al de la otra.

Este es el momento en que debe extremarse la cautela y analizar si las estructuras internas de cada población se corresponden, si las condiciones en que una y otra se encuentran expuestas, resultan semejantes.

Por ejemplo si el estudio de las distribuciones alrededor del "foco" muestra en una, un conglomerado de mucho mayor peso relativo, más próximo al mismo que la otra, habremos hallado un factor eventualmente modificador de los efectos.

En estas circunstancias son aplicables procedimientos que permiten ajustar las tasas haciendo semejantes las condiciones. Básicamente se trata de calcular cuáles serían los resultados si ambas poblaciones se hubieran desenvuelto frente a

las causas, en condiciones análogas.

La forma de hacerlo es tema de ampliaciones y/o profundizaciones y su aplicación, si bien agrega confiabilidad a la información, resultará del criterio de cada comunidad educativa al desarrollar el proyecto y al nivel que éste vaya alcanzando a través de los sucesivos ciclos de ejecución.

3.2 Medidas de resumen de centralización

Resultan ser datos sintetizadores de las características que presenta una distribución en estudio.

a. Promedio o media aritmética

La media aritmética es una estimación de la probabilidad de un evento. Depende del conjunto de valores de toda la serie. En él todas las observaciones tienen el mismo "peso", por cuanto su resultado estará altamente influenciado por las observaciones extremas. Responde a la siguiente expresión:

$$\bar{X} = \frac{\text{suma de mediciones (pesos)}}{\text{total de observaciones}} = \frac{\text{Sumatoria } x}{n}$$

siendo x las mediciones realizadas

En nuestro ejemplo resultaría:

$$\bar{X} = \frac{2712,5}{48} = 56,51$$

Cuando los valores se hallan agrupados en clases, el promedio debe contemplar la consideración de la frecuencia de cada una de ellas. Esto se logra obteniendo el total de los valores que resultan de multiplicar cada frecuencia de clase por su respectivo valor central y dividirlo por el número de observaciones, lo que se corresponde con la siguiente expresión:

$$\bar{X} = \frac{\text{Sumatoria (frecuencia de clase } \times \text{ valor central)}}{\text{número de observaciones}}$$

La tabla de valores para determinar del numerador, y el cálculo del promedio en nuestro ejemplo sería entonces:

4 x 33 = 132	
3 x 39 = 117	
8 x 45 = 360	
8 x 51 = 408	
6 x 57 = 342	$\bar{X} = \frac{2706}{48} = 56,37$
9 x 63 = 567	
2 x 69 = 138	
3 x 75 = 225	
3 x 81 = 243	
2 x 87 = 174	

Total 2706	

b. Mediana

Dada una secuencia de observaciones ordenada, se denomina "mediana" al valor central de la serie. Es el valor que tiene tantas observaciones anteriores como posteriores a él. Se simboliza con la letra "M". No se encuentra afectada por valores extremos como ocurre con el promedio.

En nuestro ejemplo la mediana está representada por el valor 54,3 kg.

c. Modo o moda

En una serie de valores se designa con el nombre de "modo o moda" al que ocurre más veces. Es el valor de la variable al que corresponde la mayor frecuencia. El modo se simboliza con la letra "m". Al igual que la mediana, no resulta afectado por los valores extremos.

Tanto la mediana como la moda dependen de la densidad en el ordenamiento de los valores de la serie y no de éstos en particular.

En el ejemplo tratado esa característica la cumple el valor 50,0 kg.

Las tres medidas descriptas pueden reconocer valores próximos, o quizás coincidentes si la distribución de las observaciones se da de manera simétrica. En caso contrario, distribuciones asimétricas, los valores no resultan concordantes.

No obstante, como ha podido advertirse, representan conceptos distintos.

4. Evaluación de los procedimientos de detección

Supongamos la necesidad de realizar una detección masiva de un determinado problema, manejable por docentes mediante la aplicación de una técnica propuesta, de simple manejo y bajo costo.

Es preciso conocer la eficacia de dicha técnica, para lo cual se tomará como control otra ya probada, cuyo error se considera despreciable, pero de aplicación imposible en forma masiva por los recursos con que se dispone.

Ello presupone un estudio comparativo entre los resultados de ambas en la misma observación y la determinación de los valores relativos correspondientes.

Supongamos la siguiente situación:

. Mediciones realizadas con la técnica compleja

- afectados: 48
- no afectados: 452

. Mediciones realizadas con la técnica simple

- afectados: 62

. 37 de los + de la 1a. prueba
(verdaderos positivos)

. 25 de los - de la 1a. prueba
(falsos positivos)

- no afectados: 438

. 427 de los - de la 1a. prueba
(verdaderos negativos)

. 11 de los + de la 1a. prueba
(falsos negativos)

Distribución comparativa y análisis de resultados

TECNICA COMPLEJA REALES	TECNICA SIMPLE	
	dan +	dan -
Afectados : 48 (+)	37	11
No afectados: 452 (-)	25	427
	62	438

- Sensibilidad de la nueva prueba

La sensibilidad de un procedimiento se refiere al "celo" con que es capaz de reaccionar en la detección de un problema. Este "apresuramiento" en la respuesta puede llevarlo a denunciar una falla que en realidad no exista.

Imaginemos una trampa con la que quieren atraparse todas las presas que se presenten, para ello se prepara un diseño con un mecanismo de disparo altamente sensible. Podrá accionarse por causas ajenas a la presa que debe atrapar y que sean capaces de dispararlo (viento, hojas etc.).

Esto justifica que se detecten como casos positivos (cantidad de disparos en el ejemplo), más de los que en realidad existen -verdaderos positivos + falsos positivos (viento, hojas)-.

El problema de la determinación de cuán sensible es una prueba, podría quedar compendiado en la siguiente pregunta:

¿Cuántos verdaderos positivos es capaz de identificar el procedimiento simple?

$$\frac{\text{verdaderos positivos detectados}}{\text{total de afectados}} = \frac{37}{48} = 0,77 \quad 0,77 \times 100 = 77\%$$

Este resultado indica que de cada 100 afectados la "técnica simple" sólo detectará 77.

- Especificidad de la nueva prueba

La especificidad es en cambio una capacidad especializada. La destreza de reaccionar cuando el estímulo es el apropiado. Esta condición importa una adaptación a determinados estímulos y en tal caso una relativa "demora" en la respuesta, lo cual puede llevar a que ignoren casos reales por no presentar estímulos detectables.

Si en el ejemplo de la trampa, antes presentado, se redujera la sensibilidad del disparador, y se adecuara sus características a determinado tipo de presa, ni viento ni hojas actuarían como tales.

Se evitarían muchos falsos disparos, pero quizás muchas presas de características no contempladas, escaparían también al peligro de ser atrapadas por falta de reacción o por imposibilidad de ingresar a la trampa.

La cantidad de casos positivos denunciados (disparos) podrían ser en este caso inferiores a los realmente ocurridos. Como contrapartida los casos negativos denunciados aumentarían -verdaderos negativos + falsos negativos (positivos no detectados)-.

La cuestión de precisar la especificidad con que actúa una prueba, quedaría plasmada en el siguiente interrogante:

¿Cuántos verdaderos negativos es capaz de identificar el procedimiento simple?

$$\frac{\text{verdaderos negativos detectados}}{\text{total de no afectados}} = \frac{427}{452} = 0,94 \quad 0,94 \times 100 = 94\%$$

Este resultado indica que de cada 100 no afectados la "técnica simple" de nuestro ejemplo sólo detectará 94.

- Valor predictivo positivo de la nueva prueba

Consiste en determinar qué grado de confiabilidad es posible asignar a la prueba que se valora y respondería al siguiente planteo:

¿Cuáles son realmente afectados de los detectados?

$$\frac{\text{total de positivos}}{62} = 0,60 \quad 0,60 \times 100 = 60\%$$

Este resultado indica que si un individuo es detectado como afectado por la "técnica simple" tiene un 60% de probabilidades de serlo.

- Exactitud de la nueva prueba

Finalmente cabe preguntarse:

¿Cuántos casos la nueva prueba detecta con acierto?

$$\frac{\text{verdaderos positivos + verdaderos negativos}}{\text{total de estudiados}} = \frac{464}{500} = 0,93 \quad 0,93 \times 100 = 93\%$$

Este resultado expresa que de cada 100 individuos estudiados 93 se diagnostican con acierto.

Obtenidos los indicadores de la capacidad de la nueva prueba respecto de otra considerada como control, debe formularse la evaluación final.

Al hacerlo se prestará especial atención en no considerar desvinculados los resultados de sensibilidad y especificidad. En efecto, estos atributos guardan entre sí relación inversa; lo que se gana en sensibilidad se pierde en especificidad y viceversa.

Una técnica de muy alta sensibilidad, detectará todos los afectados pero seguramente indicará como tales algunos que no lo son.

Una técnica marcadamente específica, necesariamente reducirá su sensibilidad y no advertirá algunos afectados marcándolos como no afectados.

Lograr una técnica con sensibilidad y especificidad completas resulta imposible. En consecuencia, a la hora de la elección prevalecerán los criterios derivados del propósito de su aplicación.

Si, por ejemplo, nos proponemos detectar un problema a través de una primera "barrida", con cuyos resultados recurriremos a un nivel de mayor especialización para precisar el diagnóstico y adoptar conductas correctivas, seguramente estará indicada una

técnica de alta sensibilidad, sabiendo que los falsos positivos que pudiera detectar serán eliminados en sucesivos procedimientos.

B. Recursos de aplicación condicionada

Abordaremos ahora un conjunto de recursos que hemos dado en llamar de aplicación condicionada pues competen de manera fundamental a la fase analítica y su uso dejamos librado al criterio docente. Haremos de ellos una exposición sucinta.

1. Medidas de resumen de dispersión - Variabilidad

Incluiremos en este apartado los cálculos, variancia, desvío standard y coeficiente de variación.

La utilización de medidas de resumen de centralización, más propiamente dicho de promedios, introduce la idea de "variación" de los valores de una serie en torno del valor central.

La amplitud es, en sí, una medida de variabilidad especial y, por ello, poco útil a estos fines ya que sólo muestra la distancia entre los extremos de la serie, no aportando información en cuanto a la distribución que adoptan los valores intermedios.

Si la cuestión fuera valorar dos series de observaciones comparables, sería preciso caracterizarlas, para lo cual deberíamos obtener medidas de resumen a partir de sus valores.

Parecería lógico comenzar con el cálculo del promedio de sus valores en cada caso. Podría ocurrir que ambas arrojaran para esta medida magnitudes coincidentes, en cuyo caso no habría ningún aporte al fin propuesto.

El análisis de las amplitudes, aun suponiéndolas distintas, tampoco acercaría demasiada información por las razones antes señaladas.

Más significativo resultaría conocer la dispersión que las distintas observaciones adoptan en sendas series, alrededor de sus respectivos valores promedio.

El descrito, es el concepto de "desvío standard" (DE o δ), que se obtiene calculando la raíz cuadrada de otro valor denominado "variancia" (δ^2). Detallaremos a continuación las expresiones que permiten su cálculo.

- Variancia

Es el cociente entre:

- . la sumatoria de los cuadrados de las diferencias algebraicas entre cada observación de la serie y su respectivo valor promedio y el número total de observaciones

Ej. dada una serie "a" con "n" observaciones, siendo \bar{x} el valor promedio de sus "x" valores

$$\text{Varianza} = \tilde{\sigma}^2 = \frac{\text{Sumatoria } (x - \bar{x})^2}{n}$$

Las desviaciones particulares pueden ser positivas o negativas. La suma de sus valores es siempre cero. Las diferencias entre cada observación y el promedio se elevan al cuadrado para lograr valores con signo positivo.

Si se tratara de datos agrupados no se considerarían las observaciones sino el valor central (vc) de cada una de las clases. Habría que tener en cuenta, además, la frecuencia de cada clase (f), con lo que la expresión sería la siguiente:

$$\text{Varianza} = \tilde{\sigma}^2 = \frac{f \cdot \text{Sumatoria } (vc - \bar{x})^2}{n}$$

- Desvío standard

Se obtiene calculando la raíz cuadrada de la variancia:

$$\text{Desvío standard} = \tilde{\sigma} = \text{Raíz Cuadrada de } \tilde{\sigma}^2$$

- Coeficiente de variación

Útil para comparar los desvíos standard de series de observaciones con diferentes unidades de medida.

Se obtiene calculando el porcentaje del desvío standard

de la distribución respecto de su media o promedio.

$$\text{Coeficiente de variación} = CV = \frac{\bar{\sigma}}{\bar{x}} \times 100$$

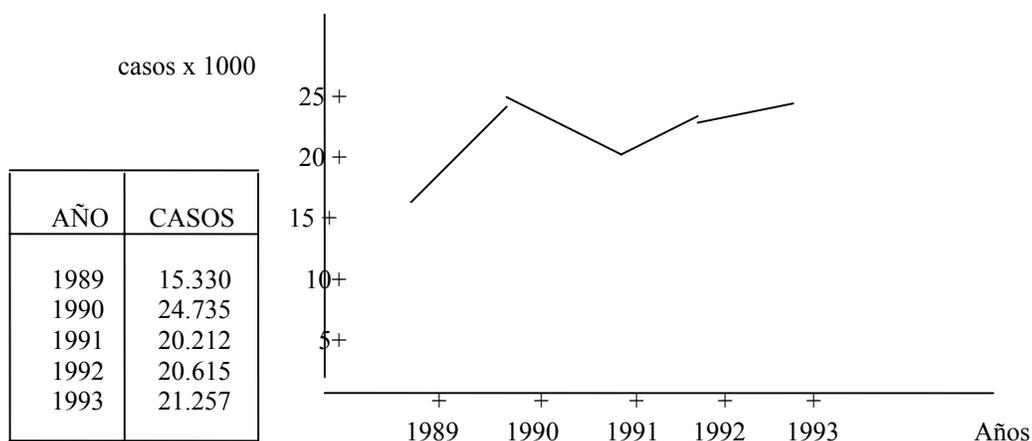
De es te modo al quedar los desvíos standard expresados como porcentajes, resultan comparables.

2. Estudios temporales

a. Tendencia secular

a1. Concepto: evolución de valores en un período largo

a2. Ejemplo: casos de una patología crónica 1989/93



a3. Observación:

- . evolución en constante ascenso
- . movimiento brusco durante 1990
- este movimiento se denomina irregular o errático
- . deben profundizarse sus causas

a4. Análisis numérico

- . determinación de un valor anual como índice
- evitar valores de movimientos erráticos
- . calcular valores proporcionales (vp)

Ej. índice: casos de 1989 = 15.330

vp de 1993:

$$vp = \frac{\text{casos 1993}}{\text{índice}} = \frac{21.257}{15.330} \times 100 = 138,66\%$$

b. Variación estacional

b1. Concepto: variaciones por períodos

b2. Ejemplo: casos de una patología estacional 1989/93

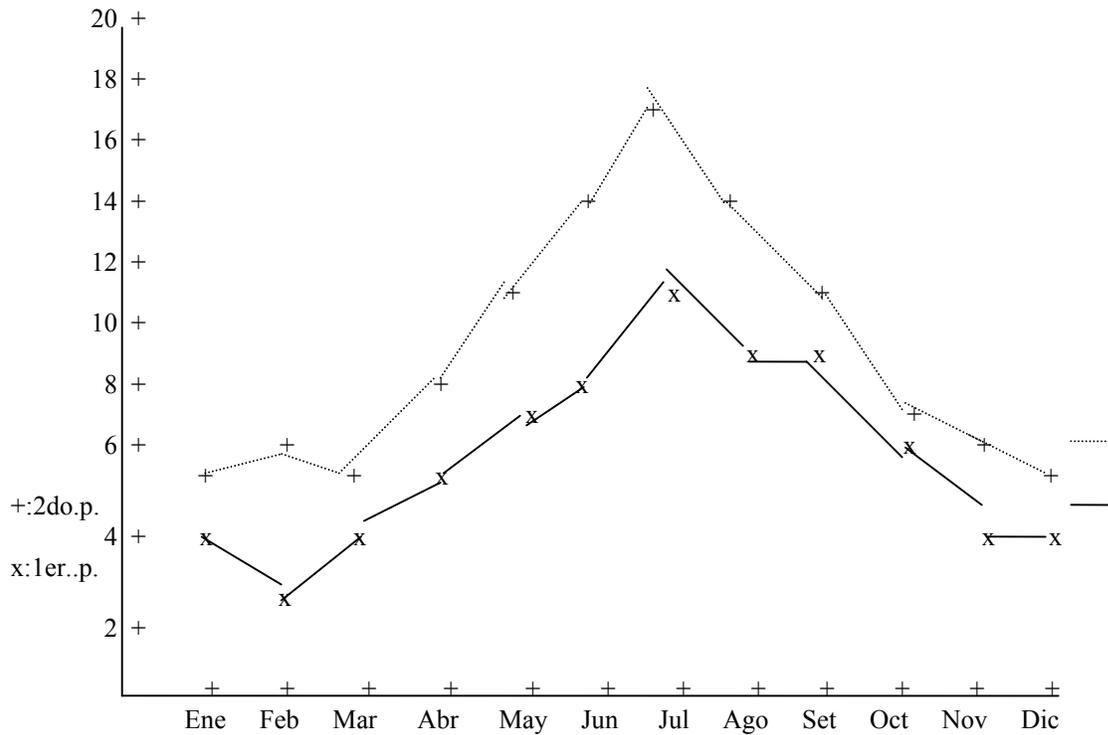
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ju l	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOT
1989	5	3	4	6	7	8	11	9	5	7	4	2	71
1990	3	2	3	5	6	6	9	7	9	4	3	5	62
1991	4	6	5	5	9	13	18	16	11	6	4	4	100
1992	5	7	6	8	15	20	17	14	9	7	6	5	119
1993	7	5	4	13	11	14	10	9	16	11	8	9	117

b3. Ordenamiento:

- . secuenciar los valores, dentro de cada columna, en orden creciente y sin tener en cuenta el año,
- . determinar períodos de igual cantidad de ciclos de doce meses, procurando que cada período tenga más de un ciclo (en este caso surgen dos períodos completos),
- . elegir el último ciclo de cada período.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ju l	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
5	3	4	6	7	8	11	9	5	7	4	2	
3	2	3	5	6	6	9	7	9	4	3	5	← 1er. Período
4	6	5	5	9	13	18	16	11	6	4	4	
5	7	6	8	15	20	17	14	9	7	6	5	← 2do. Período
7	5	4	13	11	14	10	9	16	11	8	9	

b4. Graficación de los períodos



b5. Análisis:

- . búsqueda de relaciones en la variación de casos durante las mismas épocas
- . determinación de factores determinantes de dichas variaciones (hipótesis)

2. Análisis retrospectivo

La aplicación del cálculo del "riesgo relativo" resulta habitualmente impracticable en diseños retrospectivos pues no se dispone del número real de individuos sometidos al riesgo, necesaria para el cálculo de incidencias requerido en dicho cálculo.

Se apela entonces a una valoración indirecta denominada "razón de productos cruzados" (RPC).

Exposición al riesgo	Casos	Controles
Frecuente	A	B
Ocasional	C	D

$$RPC = \frac{A \times D}{B \times C}$$

Si A = 53 B = 50
C = 19 D = 22

$$RPC = \frac{53 \times 22}{50 \times 19} = \frac{1166}{950} = 1,23$$

Si efectivamente hubiera una relación entre la exposición al riesgo y la enfermedad, el numerador resultaría mayor que el denominador y por lo tanto el cociente superior a 1.

Por lo tanto una RPC mayor a 1 incrementa la evidencia de que la enfermedad esté vinculada con la exposición al riesgo analizado.

3. Análisis prospectivo

a. Riesgo relativo (RR)

Aquí resulta posible su cálculo por disponerse de poblaciones delimitadas.

Exposición al riesgo	Total	Casos	Incidencia
SI	T1 56	C1 9	C1/T1 9/56 = 0,16
NO	T2 830	C2 47	C2/T2 47/830 = 0,05

$$RR = \frac{\text{Incidencia expuestos}}{\text{Incidencia no expuestos}}$$

$$RR = \frac{C1/T1}{C2/T2} = \frac{0,16}{0,05} = 3,2$$

El resultado (3,2), permite inferir un mayor riesgo de enfermar para quienes han estado expuestos. Representa pues la intensidad con que se presenta el efecto como consecuencia de la exposición.

b. Riesgo atribuible (RA)

Se obtiene restando a la tasa de incidencia del grupo expuesto la del grupo no expuesto.

Para el caso anterior: $0,16 - 0,05 = 0,11$

Refleja el exceso del efecto producido por la causa bajo análisis.

4. Tablas de vida

Permiten atenuar las dificultades que presenta una estudio prospectivo de un grupo cuyos miembros pueden desertar sin que ello pueda controlarse.

Introducen el concepto de relación persona/tiempo. Contemplan la probabilidad de que integrantes de un grupo o cohorte a partir de un momento 0, mueran o sobrevivan en cada uno de los períodos de observación. Esquematizamos a continuación su construcción.

- a. Columna 1: período de observación (anual);
hasta cumplir el 1er. año se considera 0
- b. Columna 2: personas que iniciaron el período

- c. Columna 3: muertes durante el período
- d. Columna 4: desertores y perdidos del período
- e. Columna 5: expuestos al riesgo de morir en el período
col 2 - (col 4 / 2)
- f. Columna 6: probabilidad de morir en el período
col 3 / col 5
- g. Columna 7: probabilidad de no morir en el período
1 - col 6

Desarrollo de un ejemplo (17)

Período	Inician	Afectados	Desertan	Expuestos	Probabilidad de morir	Probabilidad de no morir
0	84	9	4	82	0,11	0,89
1	71	8	2	70	0,11	0,89
2	61	13	0	61	0,21	0,79
3	48	7	2	47	0,15	0,85
4	39	5	4	37	0,14	0,86

C. Recursos de aplicación especial

Al sólo efecto de completar el cuadro de recursos aplicables en proyectos orientados a temas de salud, enumeraremos aquellos que consideramos de uso excepcional en proyectos escolares y que pueden resultar de interés bajo circunstancias especiales, pero escapan al propósito de este trabajo. Todos ellos corresponden a la fase de análisis oportunamente descripta.

a. Distribución probabilística

- . axiomas de la teoría probabilística
- . distribución de probabilidades
 - continuas
 - muestrales

b. Estimación

- . intervalos de confianza
- . error standard

c. Test de significación

- . test normal

- . test de Student
- . chi cuadrada
- tabla de contingencia