

Índices para medir las desigualdades de salud de carácter social basados en la noción de entropía

Jorge Bacallao,¹ Carlos Castillo-Salgado,² Maria Cristina Schneider,² Oscar J. Mujica,² Enrique Loyola² y Manuel Vidaurre²

RESUMEN

Los índices descritos en la literatura para medir las desigualdades de salud de carácter social tienen facetas positivas pero también algunas insuficiencias, según las circunstancias de su aplicación. El objetivo de este artículo es proponer y demostrar, en los planos teórico y práctico, las ventajas de las mediciones de la desigualdad basadas en la noción de entropía, conocida ampliamente en la física y la teoría de la información. Se definen y exponen las principales propiedades de los índices basados en las nociones de entropía y redundancia. Se ilustra su aplicación en dos conjuntos de datos ficticios y en datos reales, derivados de los indicadores básicos de salud para las Américas, de la Organización Panamericana de la Salud. Los índices basados en la noción de entropía poseen, entre otras, las siguientes propiedades: a) no varían con los cambios de escala; b) son simétricos; c) incorporan la dimensión social, y d) son fáciles de interpretar gracias a la condición de equivalencia entre la entropía y un sistema con dos clases.

Palabras clave

Entropía y redundancia, inequidades, índices de desigualdad en salud, medición de la desigualdad.

En los tres últimos decenios, epidemiólogos y salubristas han formulado la hipótesis de que los procesos de salud y enfermedad pueden explicarse, en gran parte, a partir de las formas de organización social y, de modo particular, de las desigualdades económicas y sociales (1-4).

El sustrato teórico de esta hipótesis puede resumirse en tres nociones fundamentales:

- Los factores sociales e individuales que pueden desempeñar algún papel causal no son mutuamente reducibles. Por ejemplo, los factores psicológicos no pueden simplemente agregarse del individuo a la población sin cambiar su esencia, como tampoco puede ocurrir a la inversa con la desigualdad, la inmunidad poblacional o la moral colectiva (5).
- No hay “cadenas”, sino “redes” de factores causales y, por tanto, los efectos de los factores sociales no se ejercen sobre el individuo solo por mediación de factores proximales, sino que hay efectos directos e indirectos (5, 6).
- La “prueba de aptitud” de cualquier teoría epidemiológica es su capacidad para explicar las desigualdades sociales en la salud,

pasadas y presentes, y predecir sus tendencias y sus efectos futuros.

En lo metodológico, la indagación causal se ha basado en la comparación de las condiciones de salud en distintos grupos sociales (ricos y pobres, beneficiarios y no beneficiarios de la seguridad social, trabajadores manuales y trabajadores intelectuales, habitantes de países o regiones desarrolladas y habitantes de países o regiones en desarrollo, entre otros) (7-10). Una parte esencial del método consiste en suponer que los efectos son independientes unos de otros y en tratar de aislar el efecto independiente de algún otro factor mediante “el control de factores de confusión y moduladores de efecto” (11-13). Sin embargo, la transmisión de efectos de los factores socioeconómicos sobre las

¹ Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana, Departamento de Computación y Biometría, La Habana, Cuba. La correspondencia debe enviarse a Jorge Bacallao a la siguiente dirección: Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana, Departamento de Computación y Biometría, La Habana, Cuba. Correo electrónico: bacallao@giron.sld.cu

² Programa Especial de Análisis de Salud, Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C., Estados Unidos de América.

condiciones de salud se aleja mucho de la suposición de independencia y se acerca mucho más a la epidemiología de las enfermedades infecciosas.³

Los efectos de las desigualdades sociales sobre las desigualdades en la salud no cumplen los supuestos básicos de los modelos que se emplean habitualmente para describirlas. Dada una estructura social jerárquica y compleja, carece de sentido hablar “del efecto independiente de tal o cual variable después de ajustar por el efecto de tales otras variables”, o “del impacto del ingreso sobre la salud mientras otros factores (educación, condiciones de vivienda, acceso a servicios, etc.) se mantienen constantes”, porque un sujeto cualquiera no se ubica en un percentil dado de la distribución del ingreso como resultado de la aleatorización al margen de sus condicionamientos previos, de las relaciones sociales y de otros muchos efectos contextuales. Sus residuos, por tanto, casi seguramente no son gaussianos ni independientes de los de otros sujetos que comparten condiciones sociales similares.

El estudio de las desigualdades sociales en salud plantea problemas que se manifiestan en tres aspectos: métrico, metodológico y teórico, orientados, respectivamente, a las siguientes interrogantes: 1) cómo describirlas y medirlas, 2) con qué recursos analíticos modelarlas y 3) qué camino seguir para explicarlas. Este artículo se propone incursionar en el primero de estos tres aspectos.

Hay al menos tres tipos de datos que justifican la medición de las desigualdades en salud:

- Se han descrito diferencias en las condiciones de salud entre

diferentes grupos sociales de una población y entre diferentes zonas geográficas de un mismo país (7–10).

- Los grupos menos favorecidos tienen una menor esperanza de vida y mueren a edad más temprana que los grupos más favorecidos. Por ejemplo, en Francia, la esperanza de vida de un profesor universitario de 35 años es alrededor de 9 años mayor que la de un obrero de la misma edad (14).
- Hay grandes diferencias en lo que podría llamarse la “experiencia de enfermedad”. Los grupos que viven en las peores condiciones socioeconómicas no solo sufren una mayor carga de enfermedades, sino que experimentan más temprano el comienzo de las enfermedades crónicas y de las discapacidades que ellas provocan.

A continuación se exponen y analizan brevemente los índices tradicionales para medir las desigualdades, y en los apartados siguientes se presentan dos índices basados en los conceptos de entropía y redundancia, se discuten las propiedades y las ventajas de dichos índices, y se exponen varios ejemplos de su aplicación.

INSTRUMENTOS CLÁSICOS PARA LA MEDICIÓN DE LAS DESIGUALDADES

La literatura sobre la medición de las desigualdades de salud se compone de numerosos estudios críticos (15–18). Dos de los más completos y más conocidos son el de Wagstaff et al. (15) y el de Kunst y Mackenbach (16).

El primero refiere seis índices de desigualdad en salud (el recorrido de la variable, el coeficiente de Gini —basado en la curva de Lorenz—, el coeficiente de Gini modificado —basado a su vez en la curva de Lorenz modificada—, el índice de disimilitud, el índice de desigualdad de la pendiente en sus versiones absoluta y relativa, y el índice de concentración, basado en la

curva del mismo nombre). Partiendo de los tres atributos esenciales que debe cumplir cualquier métrica de la desigualdad,⁴ los autores formulan una recomendación explícita en favor del índice de desigualdad de la pendiente y del índice de concentración.

El segundo de los trabajos propone una clasificación de los índices según su nivel de complejidad, el propósito de la medición (registrar el efecto o el impacto) y el referente elegido para la medición de la desigualdad (el grupo más alto o el promedio de la condición socioeconómica), y se detiene en consideraciones acerca de los posibles usos de los índices (la cuantificación transversal de la desigualdad o la medición de sus tendencias y variaciones temporales). Los juicios comparativos de este artículo no son absolutos, sino que se relacionan con los objetivos y las condiciones de uso de cada recurso métrico.

Hay al menos dos notas cautelares que consideramos oportuno añadir para el empleo práctico de estos índices. La primera —señalada por Kunst y Mackenbach (16), pero olvidada con frecuencia en los trabajos de aplicación— es que debe existir una relación funcional entre el indicador de salud y el factor socioeconómico (Kunst y Mackenbach le llaman “patrón sistemático de asociación”), y que dicha relación debe ser del tipo “dosis-respuesta”, si es que se quiere describir mediante indicadores simples de tendencia.

Por ejemplo, supongamos que S ($S = 1, 2, 3, \dots, s$) denota una variable socioeconómica ordinal que da lugar a s grupos y que s_i ($i = 1, 2, 3, \dots, s$) son las tasas de mortalidad en cada grupo. Denotemos como $r_i = s_i/s_1$ (donde s_1 es la tasa del grupo con mejor condición socioeconómica) la razón de las tasas del grupo i . La pendiente (b) del modelo

³ Los factores sociales son “infecciosos” en el sentido de que intervienen las relaciones interpersonales e institucionales (la familia, la comunidad, el gobierno, etc.). La educación se transmite de padres a hijos y mediante la institución escolar; el ingreso y el bienestar están igualmente sujetos a una transferencia directa y a una transferencia por la vía social a través de los vínculos laborales. Por este motivo, los sujetos expuestos a los mismos niveles de exclusión o discriminación, o los que pertenecen a una misma minoría o clase social, no son independientes entre sí, como no lo son tampoco las personas que conviven con un sujeto con hepatitis infecciosa o

⁴ Ser sensible al efecto de los factores socioeconómicos de la desigualdad, a la influencia de toda la jerarquía social (y no solo de sus grupos extremos) y a los cambios en la composición de la población (y no solo a la distribución de la salud entre sus distintos estratos socioeconómicos).

$$r_i = a + bd_i$$

(donde d_i representa el rango promedio — rídit — de las observaciones del grupo i) solo puede tomarse como una medida resumida del grado de desigualdad en salud si el modelo lineal es adecuado.

La segunda nota cautelar es que tanto el índice de desigualdad de la pendiente como el índice de concentración suponen un ordenamiento completo de la población de acuerdo con su situación socioeconómica. Esto quiere decir que, cuando se emplean datos agregados, el ordenamiento no debe hacerse solo entre grupos, sino también dentro de los grupos. Por ejemplo, si la población se clasifica de acuerdo con quintiles de ingreso o nivel de escolaridad, se obtiene un ordenamiento completo, porque cualquier miembro del grupo i -ésimo tiene un ingreso mayor o una escolaridad superior que cualquier miembro del grupo j -ésimo, si $i > j$. Sin embargo, si la agregación se hace, digamos, por región geográfica, ello solo garantiza un ordenamiento parcial a nivel agregado, pero no un ordenamiento completo que permita cuantificar la diferencia entre la parte superior y la inferior de la jerarquía mediante una medida de tendencia. Este hecho no invalida el uso de los índices, particularmente con fines descriptivos, pero implica que hay que ser cauteloso en su interpretación.

ÍNDICES BASADOS EN LA NOCIÓN DE ENTROPÍA: NOTACIONES Y DEFINICIÓN

En el campo de la economía se usan desde hace algún tiempo varias medidas relativas de desigualdad, que a su vez han sido adaptadas de la física estadística y de la teoría de la información (19, 20). Todas estas medidas gravitan en torno a los conceptos de entropía y redundancia. La entropía es una medida de desorden: si la masa (la energía, la información o —para nuestros intereses— la salud y el ingreso) se encuentran equitativamente

distribuidos dentro de un sistema, la entropía es máxima es máxima (no hay desigualdades, ni margen de acción para la redistribución de las condiciones de salud o del bienestar económico). Si un sistema 'progresar' hacia la igualdad, la entropía aumenta, y si se deteriora a expensas de un incremento de las desigualdades, la entropía disminuye y aumenta la redundancia. Los sistemas muy redundantes tienen una alta concentración y una distribución desigual. Estas nociones pueden aplicarse a la medición de las desigualdades sociales en salud.

Consideremos una repartición en clases de una población de acuerdo con una variable económica W . Supongamos además que las clases han sido ordenadas en función de dicha variable. Sean entonces:

$$i = 1, 2, \dots, k$$

k : número de clases

S_i : tamaño de la clase i -ésima

W_i : valor del indicador económico en la clase i -ésima⁵

H_i : indicador de salud en la clase i -ésima⁶

Definamos además:

$S = \sum S_i$: tamaño total de la población

$W = \sum W_i$: cantidad total de la variable económica en la población

$W_M = W / S$: valor medio de la variable económica en la población.

$H = \sum H_i$: número total de eventos de salud en la población

$H_M = H / S$: tasa poblacional del indicador de salud

Sean entonces:

$$d_i = (H_i / H - S_i / S) \text{ y} \\ u_i = S_i / H_i$$

⁵ W_i puede ser un indicador absoluto (por ejemplo, la cantidad total de la variable económica en posesión del grupo i) o un indicador relativo (por ejemplo, el ingreso per cápita de los miembros del grupo).

⁶ H_i también puede ser un indicador absoluto (por ejemplo, el total de muertes o de casos de una enfermedad) o un indicador relativo (por ejemplo, la tasa de mortalidad o morbilidad). La definición de los indicadores de entropía o redundancia depende de esta condición.

Está claro que d_i representa la carga relativa de enfermedad (o muerte) que debería asimilar o redistribuir el grupo i para conseguir una distribución completamente equitativa. Si $d_i = 0$, entonces la tasa de mortalidad o morbilidad del grupo i es igual a la tasa global.⁷ Por otra parte, u_i es el recíproco de la tasa de mortalidad o morbilidad (la carga de enfermedad o muerte) del grupo i -ésimo. Definamos ahora (20):

el índice de Kullback-Liebler:

$$R_{KL} = \frac{1}{2} \sum d_i \ln(u_i) \quad (I)$$

el índice de Hoover:

$$R_H = \frac{1}{2} \sum |d_i| \quad (I')$$

y las transformaciones:

índice de Kullback-Liebler transformado:

$$Z_{KL} = 1 - \exp(-R_{KL}) \quad (II)$$

índice de Hoover transformado:

$$Z_H = 1 - \exp(-R_H) \quad (II')$$

PROPIEDADES E INTERPRETACIÓN DE LOS ÍNDICES

Los índices están estandarizados. La estandarización se consigue mediante las transformaciones (II) y (II'), que representan cambios de escala del conjunto de los reales positivos al intervalo [0, 1]. Ambos índices son medidas de desigualdad (de redundancia). Por tanto, cuanto más se aproximan a 1, mayor es la desigualdad y cuanto más se aproximan a 0, menor es la desigualdad. En el caso de que $d_i = 0$ para todo i , la entropía es máxima y la redundancia es cero ($R_{KL} = 0 = R_H$ y $Z_{KL} = 0 = Z_H$).

Los índices incorporan la dimensión socioeconómica. La clasificación y el ordenamiento se realizan de acuerdo con un indicador o un criterio socioeconómico para ambos índices. En esto aventajan al coeficiente de Gini. Este último es, sin duda, el más

⁷ En un contexto económico, A_i es el tamaño del grupo i y B_i es su cantidad de bienes o el volumen económico que posee. De este modo, d_i puede interpretarse como la cantidad de bienestar económico que debe compartir para conseguir la distribución equitativa, y w_i es la riqueza per cápita de los miembros del grupo i .

popular en el ámbito socioeconómico y tal vez el primero en ser extrapolado al estudio de las inequidades en salud. No obstante, su principal insuficiencia consiste precisamente en que no pone de manifiesto el sustrato socioeconómico de las desigualdades, porque el ordenamiento se realiza con respecto a una variable de salud y no a una variable socioeconómica (15).

Los índices son sensibles a los cambios en toda la jerarquía social. Los dos hacen uso de la información contenida en todos los grupos que definen la clasificación y el ordenamiento. Por consiguiente, los cambios en la distribución afectan a los índices, independientemente de que ocurran en los extremos o en el centro de la jerarquía social.

Los índices no varían con los cambios de escala. Si se incrementa la población proporcionalmente en todos los grupos o hay un cambio en la prevalencia que no altera sus tasas relativas, la medida de la desigualdad se mantiene constante. Veámoslo en el caso del índice de Kullback-Liebler:

$$R_{KL} = 1/2 S_i d_i \ln(u_i) = 1/2 S_i [(H_i/H - S_i/S) * \ln(S_i/H_i)]$$

Si hacemos los cambios de escala

$$H_1 \frac{1}{2} K_1 H_1 \text{ y } S_1 \frac{1}{2} K_2 S_1$$

tendremos que:

$$\begin{aligned} R_{KL} &= 1/2 S_i [(K_1 H_1 / K_1 H - K_2 S_1 / K_2 S) * \ln(K_2 S_1 / K_1 H_1)] \\ &= 1/2 S_i [(H_1 / H) - (S_1 / S)] * \ln(K_2 S_1 / K_1 H_1) \\ &= 1/2 S_i [(H_1 / H) - (S_1 / S)] * \ln(K S_1 / H_1) \end{aligned}$$

siendo $K = K_2 / K_1$

Por lo tanto, la invariabilidad se cumple si:

$$S_i d_i * \ln(K S_1 / H_1) = S_i d_i * \ln(S_1 / H_1)$$

Pero,

$$\begin{aligned} S_i d_i * \ln(K S_1 / H_1) &= S_i d_i * \ln K u_i \\ &= S_i [d_i * \ln K + d_i * \ln u_i] \end{aligned}$$

y

$$\begin{aligned} S_i d_i &= S H_i / H - S_i / S = S_i H_i / S H_i \\ &+ S_i S_i / S S_i = 1 - 1 = 0 \end{aligned}$$

Luego,

$$S_i d_i * \ln K = 0$$

y, por tanto,

$$S_i d_i * \ln(K) u_i = S_i d_i * \ln u_i$$

La demostración es similar y casi trivial para el índice de Hoover.

Los índices son simétricos (la igualdad se consigue por redistribución de S_i o de H_i). Para comprobar la simetría basta con sustituir d_i y u_i por sus definiciones en función de H y S y luego permutar los papeles que desempeñan estas variables en las expresiones correspondientes a R_{KL} y R_H . Estas permutaciones no modifican los valores de los índices. La simetría es una propiedad importante, en especial cuando la variable de salud es un indicador de servicios, de servicios, porque implica que redistribuciones equivalentes de los recursos asignados a los grupos y de las poblaciones de estos, producen las

CUADRO 1. Equivalencia en entropía y potencial de redistribución para eliminar la desigualdad

| Valor Z ^a | Transformación ^b | Equivalencia en entropía | | Potencial de redistribución (%) |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------|----|---------------------------------|
| 0 | 0,50 | 50 | 50 | 0 |
| 0,14 | 0,36 | 50 | 50 | 14 |
| | | 64 | 36 | |
| 0,29 | 0,30 | 36 | 64 | 20 |
| | | 70 | 30 | |
| 0,44 | 0,24 | 30 | 70 | 26 |
| | | 76 | 24 | |
| 0,5 | 0,22 | 24 | 76 | 28 |
| | | 78 | 22 | |
| 0,56 | 0,20 | 22 | 78 | 30 |
| | | 80 | 20 | |
| 0,75 | 0,13 | 20 | 80 | 37 |
| | | 87 | 13 | |
| | | 13 | 87 | |

$$^a Z = 1 - (1/p - 1)^{(2^p - 1)}$$

$$^b p = 1/p [\text{sen}^{-1}(1 - Z)^{(2^{*0,06 + 0,6})}]$$

mismas reducciones en los niveles de desigualdad.

Los índices son fáciles de interpretar. La interpretación de los índices estandarizados es sencilla debido a la propiedad de equivalencia en entropía. Un sistema de k clases socioeconómicas con un nivel de desigualdad dado por Z puede homologarse con un sistema de dos clases de tal modo que:

$$H_1 = S_2 = p \text{ y } H_2 = S_1 = 1 - p \quad (\text{III})$$

siendo:

$$p = 1/p [\text{sen}^{-1}(1 - Z)^{(2^{*0,06 + 0,6})}] \quad (\text{IV})$$

Esta función es aproximadamente la inversa de

$$Z = 1 - (1/p - 1)^{(2^p - 1)} \quad (\text{V})^8$$

Por ejemplo, si $Z_{KL} = 0,75$, entonces $p = 0,13$ (ver cuadro 1), que corresponde a una partición en dos clases en la que 13% de la sociedad acumula 87% de la carga de enfermedad o muerte (u 87% de los recursos de salud), mientras que el

⁸ Esta expresión puede obtenerse directamente a partir de (I) y (II) sustituyendo H_1 por p y H_2 por $1 - p$, como se indica en (III). La expresión (IV) se obtiene por aproximación numérica de la función inversa en (V).

87% restante acumula el 13% de la carga de enfermedad o muerte (o el 13% de los recursos de salud). Sin embargo, si $Z_{KL} = 0,00$, entonces $p = 0,50$ y ello equivale a la completa igualdad de una sociedad de dos clases de igual tamaño en la que cada una sufre 50% de la carga de enfermedad o muerte, o posee 50% de los recursos.

El cuadro 1 muestra varios ejemplos de esta relación de equivalencia en el sentido de la entropía. Como se puede observar, a medida que aumenta el valor de Z , la distribución se hace más desigual y el potencial de redistribución se incrementa. Un sistema de clases socioeconómicas con una desigualdad de $Z = 0,56$ necesita una redistribución de 30% para eliminar la desigualdad, porque el nivel de desigualdad existente corresponde al de una distribución en la que 20% de la población soporta 80% de la carga de enfermedad o muerte (o posee 80% de los recursos), mientras que 80% restante solo experimenta 20% de la carga de enfermedad o muerte (o posee 20% de los recursos).

EJEMPLOS Y APLICACIONES

A continuación se presentan dos ejemplos con datos ficticios y una aplicación con datos reales tomados de la Iniciativa de Datos Básicos de la Organización Panamericana de la Salud/ Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) (21). En los ejemplos se ilustra el efecto que tienen sobre los índices de Hoover y Kullback-Liebler sendas intervenciones hipotéticas en las cuales, sin modificar los valores relativos de una variable de salud en los grupos ordenados de acuerdo con un indicador socioeconómico, se redistribuyen los tamaños relativos de dichos grupos, procurando reducir la desigualdad.

En los cuadros 2 y 3 se presenta el primer ejemplo. La distribución del cuadro 3 se ha conseguido mediante una migración de 30% de la población

CUADRO 2. Distribución hipotética de una variable de salud según deciles de una variable socioeconómica

| Deciles | S_i | H_i | $1 - H_i$ |
|--------------|-------|-----------------|-----------|
| 1 | 25 | 70 | 30 |
| 2 | 20 | 65 | 35 |
| 3 | 15 | 62 | 38 |
| 4 | 10 | 60 | 40 |
| 5 | 10 | 52 | 48 |
| 6 | 5 | 45 | 55 |
| 7 | 5 | 35 | 65 |
| 8 | 5 | 30 | 70 |
| 9 | 3 | 25 | 75 |
| 10 | 2 | 10 | 90 |
| $Z_H = 0,45$ | | $Z_{KL} = 0,44$ | |

S_i : porcentaje de la población en el decil i -ésimo (puede expresarse también en términos absolutos, como tamaño de la población). H_i : tasa por mil de una variable de salud arbitraria (por ejemplo, la tasa de mortalidad infantil). $1 - H_i$: complemento con respecto a 100 de las tasas (esta transformación no es imprescindible, pero así se consigue una asociación positiva entre el indicador de salud y el indicador socioeconómico que dio lugar a la clasificación en deciles).

que se encontraba en los deciles inferiores hacia los deciles superiores, a los que corresponden menores tasas. Es obvio que el resultado de una intervención hipotética que produjese este cambio tan drástico en la distribución tendría también el efecto de reducir la tasa global. Es evidente, además, que se consigue una distribución menos desigual, como reflejan adecuadamente ambos índices.

El segundo ejemplo (cuadro 4) también muestra dos distribuciones hipotéticas de la tasa de mortalidad infantil en tres grupos poblacionales. La segunda de ellas se obtiene a partir de la primera mediante la reubicación de la población y el cambio de las

distribuciones poblacionales, manteniendo fijas las tasas de los grupos. Como puede apreciarse, el cambio disminuye la desigualdad y, obviamente, determina una disminución de la tasa de mortalidad infantil global.

Una redistribución de la población que aumenta el tamaño del grupo con la menor tasa de mortalidad infantil y que disminuye en la misma proporción el grupo con la mayor tasa, produce una disminución de la desigualdad que se manifiesta en ambos índices.

CUADRO 3. La misma distribución hipotética del cuadro 2, con la población redistribuida entre los deciles

| Deciles | S_i | H_i | $1 - H_i$ |
|--------------|-------|-----------------|-----------|
| 1 | 10 | 70 | 30 |
| 2 | 10 | 65 | 35 |
| 3 | 10 | 62 | 38 |
| 4 | 10 | 60 | 40 |
| 5 | 10 | 52 | 48 |
| 6 | 10 | 45 | 55 |
| 7 | 10 | 35 | 65 |
| 8 | 10 | 30 | 70 |
| 9 | 10 | 25 | 75 |
| 10 | 10 | 10 | 90 |
| $Z_H = 0,15$ | | $Z_{KL} = 0,14$ | |

S_i : porcentaje de la población en el decil i -ésimo (puede expresarse también en términos absolutos, como tamaño de la población). H_i : tasa por mil de una variable de salud arbitraria (por ejemplo, la tasa de mortalidad infantil). $1 - H_i$: complemento con respecto a 100 de las tasas (esta transformación no es imprescindible, pero así se consigue una asociación positiva entre el indicador de salud y el indicador socioeconómico que dio lugar a la clasificación en

CUADRO 4. Mortalidad infantil (por 1 000 nacidos vivos) en una población dividida en tres clases socioeconómicas. Efecto del cambio en la composición de la población sobre la desigualdad

| Grupos | S_i | TMI ^a | H_i | Grupos | S_i | TMI | H_i |
|--------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|-----------------|-------|
| 1 | 10 | 9 | 991 | 1 | 20 | 9 | 991 |
| 2 | 40 | 17 | 983 | 2 | 40 | 17 | 983 |
| 3 | 50 | 21 | 979 | 3 | 40 | 21 | 979 |
| Total | 100 | | 2 953 | Total | 100 | | 2 953 |
| $Z_H = 0,24$ | | $Z_{KL} = 0,17$ | | $Z_H = 0,14$ | | $Z_{KL} = 0,05$ | |

^a TMI: tasa de mortalidad infantil. S_i : proporciones poblacionales en el grupo i . H_i : complemento de la tasa con respecto a 1 000.

CUADRO 5. Producto interno bruto y tasas de mortalidad infantil en la región de las Américas, 1999. Medición de la desigualdad

| País | PIB/PAM | TMI | H_i |
|----------------|---------|------|-------|
| Estados Unidos | 29 080 | 7,3 | 92,7 |
| Canadá | 21 750 | 5,5 | 94,5 |
| Chile | 12 240 | 10,0 | 90,0 |
| Argentina | 10 100 | 18,4 | 81,6 |
| Uruguay | 9 110 | 17,7 | 82,3 |
| Venezuela | 8 660 | 21,4 | 78,6 |
| México | 8 110 | 23,9 | 76,1 |
| . | . | . | . |
| Honduras | 2 260 | 36,0 | 64,0 |
| Nicaragua | 1 820 | 45,2 | 54,8 |
| Haití | 1 260 | 66,6 | 33,4 |

$Z_H = 0,22$ $Z_{KL} = 0,29$
 $P = 0,30^a$. Potencial de redistribución = 20%^a

Fuente: Indicadores básicos de la situación de salud en las Américas (21).

^a Equivalencia en entropía (ver cuadro 1).
 PIB/PAM: producto interno bruto corregido por el poder adquisitivo de la moneda en miles de dólares estadounidenses. TMI: tasa de mortalidad infantil por mil nacidos vivos. H_i : complemento de la TMI con respecto a 100.

Aplicación

Por último, se aplican los índices a la medición de la desigualdad en las tasas de mortalidad infantil en la Región de las Américas, dadas por los indicadores básicos de la situación de salud en las Américas (1999) (21), confeccionados por el Programa Especial de Análisis de Salud de la OPS/OMS. En el cuadro 5 se reproduce un fragmento de estos datos.

La desigualdad en la distribución de la mortalidad infantil en los países de la Región en 1999 era la equivalente a una sociedad con dos clases, una de las cuales, con 70% de la población, sufre solo 30% de la mortalidad infantil, y la otra, con 30% de la población, sufre 70% de la mortalidad. Un sistema de este tipo tiene un potencial de redistribución de 20%, como muestra el cuadro 1.

CONCLUSIONES

Es importante destacar tres propiedades singulares de estos índices: la ausencia de variaciones con los cambios de escala, la simetría y la equivalencia en entropía, de la cual se deriva una interpretación inmediata. Los índices poseen además los atributos esenciales (15-16) de los instrumentos para medir la desigualdad.

Por otra parte, estos índices no requieren suposiciones estadísticas que a menudo limitan la aplicación de varios de los instrumentos clásicos. Con datos agregados, son más sensibles a los valores de los grupos extremos que el índice de Gini y el índice de concentración.

Sin embargo, deben ser interpretados con cautela. Por ejemplo, si en las fórmulas anteriores se sustituye S_i por W_p , la definición de los índices no varía formalmente, pero sí varía su significado, porque en estos casos no

miden desigualdad sino proporcionalidad. Dicho de otro modo, la distribución de la variable de salud (ya sea en términos de condiciones o de recursos y servicios) puede guardar proporción con el tamaño de los grupos. Si estos grupos han sido definidos de acuerdo con un indicador socioeconómico, las faltas de proporcionalidad serían desigualdades y estarían asociadas al indicador socioeconómico, sin que exista necesariamente una relación funcional entre ambas. Sin embargo, si la distribución de la variable de salud guarda proporción con la cantidad de bienes, al ingreso o con el valor global del indicador socioeconómico del grupo, ello implica una relación funcional directa entre el indicador de salud y el indicador socioeconómico. Por ejemplo, la cantidad de servicios que recibe un grupo poblacional puede guardar proporción con su ingreso o con el monto de sus bienes, pero puede no corresponderse con el tamaño de dicho grupo. Ello implicaría una desigualdad social, pero una correspondencia entre la distribución de la variable de salud y la socioeconómica.

Por último, al igual que otros indicadores clásicos, estos índices se restringen a la medición. Es impropio, por tanto, referirse a ellos como indicadores "para el estudio" o "para el análisis" de las desigualdades sociales en salud.

REFERENCIAS

1. Waitzkin H. The second sickness: contradictions of capitalist health care. New York: The Free Press; 1983.
2. Conrad P, Kern E, eds. The sociology of health and illness: critical perspectives. New York: St. Martin's Press; 1981.
3. Krieger N, Basset M. The health of black folk: disease, class and ideology in science. *Monthly Rev* 1986;38:74-85.
4. Turshen M. The politics of public health. New Brunswick, New Jersey: Rutgers University Press; 1989.
5. McMichael AJ. Prisoners of the proximate: loosening the constraints on epidemiology in an age of change. *Am J Epidemiol* 1999;149: 887-897.
6. Krieger N. Epidemiology and the web of causation: has anyone seen the spider? *Soc Sci Med* 1994;39:887-903.
7. Kirchgässler KU. Health and social inequities in the Federal Republic of Germany. *Soc Sci Med* 1990;31:249-256.
8. Lahelma E, Valkonen T. Health and social inequities in Finland and elsewhere. *Soc Sci Med* 1990;31:257-265.
9. Csasz L. Interpreting inequalities in the Hungarian health system. *Soc Sci Med* 1990;31: 275-284.
10. Cook G. Health and social inequities in Ireland. *Soc Sci Med* 1990;31:285-290.
11. Wing S. Limits of epidemiology. *Medicine and Global Survival* 1994;1:74-86.
12. Winkleby MA, Jatulis DE, Frank E, Fortmann SP. Socioeconomic status and health: how education, income, and occupation contribute to risk factors for cardiovascular disease. *Am J Public Health* 1992;82: 816-820.
13. Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC. *Multivariate data analysis*. 5ª. ed. New Jersey: Prentice Hall; 1998.
14. La Santé en France. Rapport au Ministre des Affaires Sociales et de la Solidarité Nationale et au Secrétaire d'Etat chargé de la Santé. La Documentation Française, 1985. Citado en: Whitehead M. The concepts and principles of equity and health. PAHO/WHO; 1991. (Reprint Series No. 9).

15. Wagstaff A, Pierella P, van Doorslaer E. On the measurement of inequalities in health. *Soc Sci Med* 1991;33:545-557.
16. Kunst AE, Mackenbach JP. Measuring socioeconomic inequalities in health. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 1994.
17. Wagstaff A, Pierella P, van Doorslaer E. On the measurement of inequalities in health. *Soc Sci Med* 1991;33:545-557.
18. Champernowne D. A comparison of measures of inequality of income distribution. *Econ J* 1984;12:787-816.
19. Kullback S. *Information theory and statistics*. New York: Wiley; 1997.
20. Schaich E. Lorenzkurve und Gini-Koeffizient in kritischer Betrachtung. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 1971;185: 193-198.
21. Organización Panamericana de la Salud, Programa Especial de Análisis de Salud. *Situación de salud en las Américas, indicadores básicos 1999*. Washington, DC; 1999.

Manuscrito recibido el 8 de febrero de 2002. Aceptado para publicación, tras revisión, el 15 de julio de 2002.

Indices based on the notion of entropy for measuring social inequalities in health

ABSTRACT

As described in the scientific literature, indices used to measure social inequalities in health have positive features, but they also have shortcomings, depending on how they are applied. The objective of this article is to put forward and to demonstrate, in both theoretical and practical terms, the advantages of measurements of inequality based on the notion of entropy, which is well known in physics and in information theory. The article defines and presents the main properties of indices based on the notions of entropy and redundancy. The application of the indices is illustrated with two fictitious data sets and also with real data derived from basic health indicators for the Americas, from the Pan American Health Organization. Indices based on the notion of entropy have properties that include: a) not varying with scale changes, b) being symmetrical, c) incorporating a socioeconomic dimension, and d) being easy to interpret thanks to the condition of equivalence between entropy and a system with two categories.

International Conference on the Scientific Basis of Health Services

Dates: 20-23 September 2003
Location: Capital Hilton Hotel
 Washington, D.C., United States of America

The Agency for Health Care Research and Quality (AHRQ) of the United States of America and AcademyHealth are the co-hosts for this conference, whose theme is "Global Evidence for Local Decisions." The conference will provide an international forum for the exchange of research and experience on the use of health services research to improve access to and the quality of health care systems. The Pan American Health Organization is one of the sponsors of the meeting.

The conference is organized around five themes: national strategies for organizing health services research, using evidence to improve clinical practice, using evidence to improve health services management, using evidence to improve policy-making, and using evidence to alleviate the burden of specific diseases. Each theme will have one plenary panel and five break-out sessions at the conference. The conference will also include plenary sessions and introductory and closing speeches by prominent health experts and officials from various countries.

The standard rate to register for the conference is US\$ 550 if paid before 25 July 2003; after that date, the standard rate is US\$ 650. The standard rate fee covers entry to all conference sessions and all breakfast and lunch functions. Lower registration rates are available for full-time students.

Information:
 AcademyHealth
 1801 K Street, N.W.
 Washington, D.C. 20006, United States of America
 Telephone: 202-292-6700 • Fax: 202-292-6838
 E- email: international@academyhealth.org
 Internet: <http://www.icsbhs.org>