

LA FUNCIÓN DE PROPORCIONALIDAD INVERSA EN EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DEL SERVICIO INTERMEDIO DE SALUD

Lic. Ramberto Rogelio Torres Correa

E-mail: rogelio@fts.hlg.sld.cu

Lic Francisco Yampier Anazco Escalona

Institución: Facultad de Tecnología de la Salud César Fornet Fruto

País: Cuba

RESUMEN

Se abordan algunas de las potencialidades de la función de proporcionalidad inversa como herramienta de análisis cuantitativo de la información del servicio intermedio de salud. El objetivo fue mostrar algunas aplicaciones sencillas de esta función al análisis normativo en economía de la salud en el contexto laboral como preparación para la solución de problemas profesionales. Se utilizó el método de

cálculo matemático. Este trabajo forma parte del contenido del programa del curso electivo que, sobre el referido tema, imparte el autor a estudiantes, profesores y administradores del sector.

PALABRAS CLAVE: ANÁLISIS DE INFORMACIÓN, ANALISIS NORMATIVO, FUNCIÓN DE PROPORCIONALIDAD INVERSA

✓ **INTRODUCCIÓN**

✓

- ✓ El análisis normativo consiste en determinar los parámetros que deben caracterizar el

comportamiento regular de un fenómeno en lo cualitativo o cuantitativo, o ambos. Para aplicarlo en el servicio de salud, este debe fraccionarse en unidades menores o

servicios intermedios (y). Estos son las consultas externas o de cuerpo de guardia totales o por especialidades, exámenes complementarios, intervenciones quirúrgicas y otros que forman parte de un todo o producto total. La función $y = c/x$, (c constante) y $x > 0$, donde c es fondo de tiempo del servicio intermedio, se presta para expresar a este como relación inversa ¹ del intervalo de tiempo promedio del servicio (x).

- ✓
- ✓ Es importante aclarar que:
- ✓
- ✓ Para funciones de este tipo en las cuales tiempo y número varían de forma discreta, el concepto de derivada no está definido. Para remediar eso, se sustituye la función correspondiente por una función derivable que sea una “buena aproximación” de ella. ²
- ✓
- ✓ Se debe distinguir el significado de x del de tasa de tiempo por servicio

(TS). La TS es el tiempo promedio que se requiere para prestar un servicio sin alterar su calidad, sin embargo x es el intervalo de tiempo promedio entre un servicio y el siguiente. Así cuando la demanda es constante x se aproxima a TS³, en caso contrario x aumenta y se aleja de TS y la diferencia entre ambas es el tiempo promedio de trabajo no utilizado por unidad de servicio debido a fluctuaciones de la demanda. A modo de ilustración véase el siguiente ejemplo numérico hipotético: Un servicio que dispone de un fondo de tiempo de 8 horas para un día y se presta por 2 trabajadores o servidores múltiples ⁴ tiene un fondo de tiempo total de servicio de 16 horas. Supongamos que se conoce que TS es de 0,55 horas por servicio (33 minutos por servicio). Entonces cuando el intervalo de tiempo promedio sea de 0,75, se observa en la Tabla 1 que se dejan de prestar aproximadamente 8 servicios ($29,1 - 21,3 \approx 8$) lo que equivale a un tiempo no utilizado

¹ Muños Baños, Félix. La Función de proporcionalidad inversa, p.182-186

² Sydsaeter, Knut. Matemáticas para el análisis económico, p. 92.

³ Gallagner, Charles. Líneas de espera: teoría de colas, p. 484

⁴ Ibídem, p. 468.

promedio por unidad de servicio, por encima de TS, de 0,20 horas (0,75 – 0,55 = 0,20).

✓

✓ La función inversa, en forma implícita ($xy = c$), es igual a 16 horas para cualquier valor de $x > 0$.

Tabla 1. Función $y=16/x$

x	$y=16/x$	$xy=16$
0,45	35,6	16
0,55	29,1	16
0,65	24,6	16
0,75	21,3	16
0,85	18,8	16
0,95	16,8	16
1,05	15,2	16

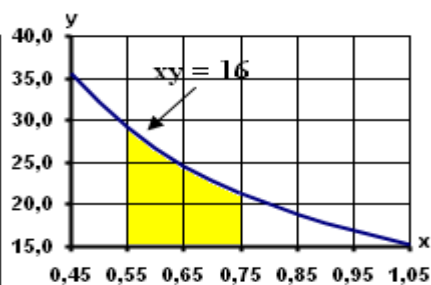


Figura A

La curva hiperbólica se aprecia en la Figura A y es, además, una isocuanta⁵ o curva de igual cantidad, en este caso, de tiempo.

Continuando en el ejemplo se puede introducir el concepto de derivada como Tasa Instantánea de Variación (TIV) del servicio ante una pequeña variación del intervalo de servicio y calcular una diferencial sencilla de $y = f(x)$ donde $f(x)=c/x$.

Entonces, la diferencial

$$dy = f(x)'dx$$

$$dy = -c/x^2 dx$$

evaluada para $x = 0,55$ y una pequeña disminución de 0,1 horas en el intervalo del

servicio (6 minutos) $dx = -0,1$; muestra que el servicio se incrementa en 5 unidades según el siguiente cálculo:

$$dy = -16/(0,55)^2 (-0,1) = 5,28 \approx 5 \text{ servicios.}$$

Este mismo razonamiento para $x = 0,75$ proporciona una diferencial

$$dy = -16/(0,75)^2 (-0,1) = 2,8 \approx 3 \text{ servicios.}$$

Quiere decir que a medida que las disminuciones de x se produzcan a partir de puntos cada vez más alejados, a la derecha del eje y , la función será menos sensible ante una variación. Esto se debe a que el límite de y tiende a cero en $y=c/x$ cuando x tiende al más infinito. Por lo que el problema consiste en la ausencia de este

⁵ Pindyck, Robert S. La Producción, p. 154.

tipo enfoque que vincule este contenido de la matemática superior con el análisis de la información del servicio de salud. De ahí que el objetivo sea mostrar algunas aplicaciones sencillas de esta función al análisis cuantitativo normativo en economía de la salud en el contexto laboral como preparación para la solución de problemas profesionales.

MATERIALES Y METODOS

El método consiste en aplicar conceptos básicos del cálculo matemático tales como la diferencial y el valor medio a la información del servicio en una entidad a partir de la función $y=c/x$.

RESULTADOS DEL TRABAJO.

Tabla 1. Servicios de cuerpo de guardia. Unidad de medida: Servicios.

Meses	2004	2005	2006	2007
Enero	17274	14898	14279	16074
Febrero	16458	11879	13249	14054
Marzo	15858	16461	14727	15685
Abril	15074	15747	12946	15633
Mayo	15681	16373	14054	17162
Junio	15675	17718	13924	16305
Julio	14593	14859	14736	16407
Agosto	15576	15883	14892	16505
Septiembre	13732	16267	14774	15254
Octubre	14929	14464	16812	15393
Noviembre	14334	13996	14999	14991
Diciembre	14442	14291	14606	13340
Total	183626	182836	173998	186803

Fuente: Estadísticas de servicios. Hospital V. I. Lenin.

Tabla 2. Intervalos de tiempo promedio de servicio. Unidad de medida: minuto

Meses	2004	2005	2006	2007
Enero	2,54	2,94	3,07	2,72
Febrero	2,66	3,69	3,31	3,12
Marzo	2,76	2,66	2,97	2,79
Abril	2,91	2,78	3,38	2,80
Mayo	2,79	2,68	3,12	2,55
Junio	2,79	2,47	3,15	2,69
Julio	3,00	2,95	2,97	2,67
Agosto	2,81	2,76	2,94	2,65
Septiembre	3,19	2,69	2,96	2,87
Octubre	2,93	3,03	2,61	2,85
Noviembre	3,06	3,13	2,92	2,92
Diciembre	3,03	3,06	3,00	3,28

Fuente: Tabla 1

La Tabla 1 muestra el valor de y y la Tabla 2 el de x en la función $y = c/x$. El valor de c se obtiene de la siguiente forma: $(365/12)(24)(60) \approx 43800$ minutos de fondo de tiempo promedio mensual. Así, en enero de 2004, $x = 43800/17274 = 2,54$ minutos, que es lo mismo que despejar x en la ecuación $y = 43800/x$ para cuando $y = 17274$ servicios. ¿Qué significado tiene 2,54 minutos? Quiere decir que en el servicio de cuerpo de guardia, incluyendo todas las especialidades como un solo sistema, como promedio, cada 2,54 minutos se presta un servicio. Ahora suponga que existen 10 especialidades, entonces el fondo de tiempo se debe multiplicar por 10. De esta forma $x = 438000/17274 = 25,4$ minutos. ¿Qué significado tiene ahora 25,4 minutos? Que

cada 25,4 minutos, como promedio, cada especialidad presta un servicio.

¿Qué significado tiene la diferencial $dy = f(x)'dx$ de $y = f(x)$ en cada caso?

$dy = -43800/(2,54)^2 (0,1) \approx -6789$ servicios. Que cuando a partir de 2,54 minutos se incrementa el intervalo de servicio promedio en 0,1 minutos (6 segundos) en todo el sistema, los servicios prestados disminuyen en 6789.

$dy = -438000/(25,4)^2 (0,1) \approx -679$ servicios. Que cuando a partir de 25,4 minutos se incrementa el intervalo de servicio promedio en 0,1 minutos (6 segundos) por especialidad, los servicios prestados disminuyen en 679 por especialidad.

¿Cómo calcular el valor de x que se aproxima a la TS global revelada según la información del servicio? Calculando el valor medio según:

$$VM = 1/(b-a) \int_a^b f(x) dx$$

Se toman los servicios correspondientes a los puntos extremos de los valores extremos coloreados en verde-azul en la Tabla 2 sobre la siguiente función $x = 43800/y$ y se resuelve la integral:

$$VM = 1/(17718-16812) \int_{16812}^{17718} 43800/y dy$$

VM = 2,53 minutos. Este debe ser el valor de x que se aproxima más a la TS según las condiciones tecnológicas del servicio y las características de la demanda del servicio.

¿Qué impacto tendría sobre los gastos si a partir de un intervalo de $x = 3,19$ minutos se produce una disminución de éste en 0,1 minutos (6 segundos) en una de las supuestas 10 especialidades donde el gasto promedio del material de curación por servicio es de \$ 1,50?

$dy = -438000/(31,9)^2 (-0,1) (1,5) = \$ 39,51$. Se espera en esa supuesta especialidad, según esta hipótesis, que el gasto de material de curación aumente en \$ 39,51.

CONCLUSIONES

No se puede pretender matematizar la economía de la salud porque esta, en nuestro contexto, tiene un sentido ético y bioético, lejos del mercantilismo y del eficientismo, pero toda ciencia que se relacione con la información tiene de ciencia, además de lo cualitativo y socio-crítico, lo que tenga de matemáticas. De ahí que se haya cumplido el objetivo propuesto que puede ser considerado como una familiarización para introducir posteriormente otras aplicaciones de carácter más complejo.

BIBLIOGRAFIA

1. Sydsaeter, Knut. Matemáticas para el análisis económico/ Knut Sydsaeter, Peter Hammond. La Habana: Editorial Félix Varela, 2003. 774 p.
2. Muños Baños, Félix. La Función de proporcionalidad inversa. **En:** Matemática. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2006. p. 182-191.

3. Gallagner, Charles. Líneas de espera: teoría de colas/Charles Gallagner, Hugh Watson. **En:** Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2008. p. 462-492.

4. Pindyck, Robert S. La Producción /Robert S. Pindyck, Daniel L. Rubinfeld. **En:** Microeconomía. 4. ed. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2007. p. 154-176.

Recibido: 10/12/2011

Arbitrado: 22/1/2012

Aprobado: 25/2/2012

Datos de los autores

Lic. Ramberto Rogelio Torres Correa

E-mail: rogelio@fts.hlg.sld.cu

Lic Francisco Yampier Anazco Escalona

Institución: Facultad de Tecnología de la Salud
César Fornet Fruto, Holguín.