



Casiano Manrique de Lara Peñate.

Elaboración de una interfaz de simulación de costes y actividad hospitalaria

Manrique de Lara Peñate C¹, Márquez Llabrés L², Maciuniack PA²

¹Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Gran Canaria.

²Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno Infantil. Gran Canaria.

Dirección para correspondencia:
Imarlla@gobiernodecanarias.org

Resumen

En este trabajo se ha desarrollado una interfaz informática basada en la investigación realizada por los autores sobre la adaptación de las tablas *input-output* a la actividad hospitalaria, siendo el objetivo crear un modelo económico de simulación de la actividad desarrollada por un hospital de referencia a partir de un esquema contable *input-output*.

La interfaz desarrollada permite llevar a cabo simulaciones que permiten calcular de forma inmediata el impacto en el gasto hospitalario de alteraciones en las prestaciones sanitarias por grupos de pacientes. También permitiría evaluar el impacto sobre el coste de cada uno de los servicios hospitalarios de modificaciones en el coste de cualquiera de los elementos vinculados a las remuneraciones salariales o a cualquiera de los consumos intermedios como sería el caso de los medicamentos.

Palabras clave: Modelo *Input-Output*; Gestión hospitalaria; Simulación de prestaciones y costes.

Development of an interface to simulate hospital activity and costs

Abstract

This paper has developed a software interface based on research conducted by the authors on the adaptation of the input-output tables to the hospital activity, the aim being to create an economic simulation model of the activity of a hospital from the perspective of an input-output accounting framework.

The interface developed allows to perform simulations that immediately calculates the impact on hospital costs of changes in health benefits for patient groups. It also allows to evaluate the impact on the cost of each hospital services due to changes in the cost of labor payments or any intermediate consumption goods and services as in the case of medicines.

Key words: Input-output model; Hospital management; Services and costs simulator.

Introducción

Este trabajo tiene por objetivo crear una interfaz informática de simulación hospitalaria de los costes y la actividad desarrollada por un Hospital, a partir de un esquema contable basado en las tablas *input-output* (TIO). Este esquema contable es un instrumento descriptivo de gran potencia que muestra las interdependencias o relaciones económicas existentes en el aparato productivo de un país, sector o incluso empresa. Los autores adaptaron en su momento las tablas que conforman el marco *input-output* a nivel nacional, al entorno hospitalario. Esta adaptación sigue un enfoque innovador de aplicación de conceptos y modelos económicos generales, las tablas *input-output*, a la gestión de hospitales. Si a estas relaciones contables se añade un cierto conjunto de hipótesis típico en los modelos de simulación *input-output*, se obtiene un modelo de simulación económica de la actividad y los costes a nivel hospitalario que puede ser objeto del desarrollo de una interfaz informática que facilite la generación y análisis de simulaciones.

En este trabajo se presenta la interfaz informática generada para la incorporación de esta nueva forma de presentar la actividad hospitalaria.

Método

Leontief¹ introdujo el análisis *input-output* en 1936. Tradicionalmente, los modelos de insumo-producto se han utilizado casi exclusivamente en el análisis macroeconómico a nivel nacional y regional. En los años setenta y ochenta, pocos autores han contribuido al desarrollo de los modelos de insumo-producto de negocios. B. Harding, A. Herbert y B. T. Houlden (1980)² muestran cómo la técnica de entrada-

salida se puede utilizar en la optimización de las decisiones de transferencia de precio.

D. Stone (1969)³ demuestra que los modelos de insumo-producto se pueden utilizar en la toma de decisiones estratégicas de las empresas multiproducto que están integradas verticalmente. En los años noventa, la aplicación de técnicas de insumo-producto en los negocios es un tema nuevo por algunos autores. X. Lin y K. Polenske (1998)⁴ presentaron una revisión de las principales aportaciones en el campo de los modelos y esquemas de contabilidad de insumo-producto en los negocios. Estos autores señalan que se han realizado este tipo de estudios, sobre todo, en Bélgica, Italia, en la antigua Yugoslavia y en la República de China.

En China, varios autores han contribuido al desarrollo de modelos microeconómicos de insumo-producto. Contribuciones por B. Li (1991)⁵, T. Rencheng (1991)⁶ y R. Zhang, N. Gao y H. Wu (1991)⁷ se pueden encontrar en el libro publicado por K. R. Polenske y C. Hikang (1991)⁸.

Las tablas *input-output* (TIO) integran en un esquema contable, relativamente sencillo, el conjunto de relaciones que definen la estructura productiva de un ámbito económico concreto, y que permite tanto analizar el presente como simular el impacto de cambios exógenos en diferentes parámetros. Por supuesto, la validez y la utilidad de esta herramienta de análisis económico dependen fundamentalmente de la calidad de la información con la que se elabora y del acierto de las hipótesis que encierran estas tablas.

Con la introducción del SEC-95 (Eurostat, 1994)⁹, las TIO pasaron a denominarse marco *input-output*, formado por un conjunto de tablas interrelacionadas que se agrupan en tres bloques:

- Tablas de origen y destino.
- Tablas que relacionan las tablas de origen y destino con las cuentas de los sectores.
- Tablas *input-output* simétricas.

A continuación, pasamos a describir la adaptación de estas TIO al ámbito hospitalario. Las tablas de origen y destino hospitalarias muestran las interdependencias o relaciones contables existentes entre la estructura productiva de un hospital y la demanda de sus servicios.

En las tablas de origen y destino hospitalaria, los productos se clasifican en "bienes y servicios no propios" que son aquellos productos de origen exterior al hospital, es decir, bienes y servicios comprados por el hospital a sus proveedores o acreedores, y "bienes y servicios propios" que son aquellos productos de origen interior, es decir, bienes y servicios producidos por el propio hospital. Estos últimos productos son aquellos que el hospital proporciona a sus pacientes. En nuestro caso se trata esencialmente de los servicios asistenciales de todo tipo prestados por el hospital como es el caso

de una consulta o una prueba diagnóstica o terapéutica, una intervención quirúrgica, una estancia, etc. En cuanto a "bienes y servicios no propios" se incluyen todos los *inputs* necesarios para la prestación de los servicios, como pueden ser los medicamentos o los fungibles. Las ramas de actividad, por su parte, reciben el nombre de departamentos en las tablas de origen y destino hospitalarias. En el caso de un hospital se corresponderían con los diferentes GFH contemplados en la gestión de los mismos.

En la Tabla 1 se presenta la tabla de origen hospitalaria propuesta en este estudio. La tabla de origen hospitalaria muestra, por filas, la oferta del hospital por productos. Por columnas, esta tabla nos muestra la producción de los distintos departamentos del hospital, así como las compras realizadas al exterior por el almacén del hospital, vector que viene a realizar una función similar a las importaciones en una tabla de origen elaborada para la economía de un país. Como podemos observar en la tabla de origen, los departamentos del hospital ofrecen a sus pacientes únicamente "bienes y servicios propios" y en ningún caso "bienes y servicios no propios", siendo

Tabla 1. Tabla de origen hospitalaria

Tabla de origen	Departamentos (servicios asistenciales)	Almacén	Total
Bienes y servicios no propios (adquisiciones por epígrafe presupuestario: medicamentos, jeringuillas, etc.)		Compras efectuadas al exterior	Total oferta BB y SS no propios
Bienes y servicios propios (definidos en consultas y pruebas, estancias, intervenciones quirúrgicas, urgencias)	Producción por departamentos de bienes y servicios propios ($p \times Q$): coste		Total oferta BB y SS propios
Total	Total producción	Total compras al exterior	Total recursos

estos últimos productos aquellos adquiridos por el hospital del exterior.

En la Tabla 2 se presenta la tabla de destino hospitalaria propuesta en el presente estudio. La tabla de destino hospitalaria muestra, por filas, la demanda intermedia o final de los distintos bienes y servicios, tanto propios como no propios del hospital. Por columnas, esta tabla nos muestra los consumos intermedios requeridos por los distintos departamentos para generar sus prestaciones de servicios, así como el valor añadido obtenido por estos departamentos, (esencialmente mano de obra en nuestro caso) es decir, nos muestra la estructura de costes de los distintos departamentos/servicios del hospital. Como podemos comprobar, los consumos intermedios requeridos por los departamentos del hospital son tanto bienes y servicios "propios" como "no propios", que son aquellos bienes y servicios adquiridos por el almacén de la empresa y requeridos por los distintos departamentos para obtener su producción de "bienes y servicios propios".

En cambio, el consumo final, es decir, el consumo realizado por los pacientes

del hospital es siempre un consumo de "bienes y servicios propios".

Existen dos tipos de identidades entre las tablas de origen y destino, siempre y cuando los flujos estén valorados de acuerdo al mismo criterio, una identidad por productos y otra identidad por ramas de actividad.

Si el sistema está en equilibrio, los totales por productos (filas) en las tablas de origen y destino deben ser idénticos, ya que nos indican la oferta total y la demanda total por productos. Es decir, la producción y las compras de bienes no propios deben coincidir con la suma de la demanda intermedia y la demanda final (identidad por producto).

$$\text{Producción} + \text{Compras de bienes no propios} = \text{Consumos intermedios} + \text{Consumo Final} + \text{FBC}$$

Por otro lado, existe una segunda identidad (identidad por rama de actividad), según la cual los totales por ramas de actividad (columnas) en las tablas de origen y destino deben ser iguales, indicándonos que la producción por ramas de actividad es igual a los consumos intermedios requeridos por dichas ramas más el valor añadido

Tabla 2. Tabla de destino hospitalaria

Tabla de destino	Departamentos (servicios)	Demanda final		Total
		Consumo final	FBC	
Bienes y servicios no propios (medicamentos, agua, luz consumido por servicio)	Consumos intermedios por departamentos de bienes y servicios no propios		FBC de bienes y servicios no propios	Total empleos BB y SS no propios
Bienes y servicios propios	Consumos intermedios por departamentos de bienes y servicios propios	Suministro a pacientes de bienes y servicios propios		Total empleos BB y SS propios
VA	Valor añadido por departamentos			
Total	Valor producción por departamentos			

bruto generado por cada una de las ramas.

$$\text{Producción por rama} = \text{Consumos intermedios} + \text{VAB}$$

Utilizando estas relaciones de equilibrio pueden construirse modelos de simulación. Basándonos en el modelo *input-output* como herramienta de análisis económico y habiendo elaborado las matrices del marco *input-output* adaptadas al ámbito hospitalario se pueden construir modelos de simulación esencialmente de dos tipos.

El primero permitiría simular cambios en la estructura de la demanda y calcular el impacto en la actividad productiva y por ende en los costes del hospital. El segundo, permitiría evaluar el impacto en los costes de funcionamiento del hospital, aquellos relativos a cambios en los precios de los bienes y servicios que se utilizan, así como a cambios en las retribuciones del personal, o incrementos en los precios de por ejemplo la electricidad.

Aunque, al tratarse de hospitales públicos no se repercuten por el momento los costes de los servicios a los pacientes, valdría la pena incorporar mecanismos que permitan simular diferentes fórmulas de copago.

Estos modelos pueden construirse en términos estáticos o dinámicos. En el primero de ellos se utilizaría como referencia la actividad del hospital en un ejercicio económico dado y se plantearían los efectos sobre dicho marco que podrían generar diferentes políticas hospitalarias o factores externos (cambio del precio de la electricidad, de los sueldos, etc.).

La versión dinámica de estos modelos permitiría contemplar la evolución en el tiempo de la actividad hospitalaria

de forma que pueda evaluarse el impacto que tendrían cambios en demanda o estructura de costes sobre la actividad y costes hospitalarios a medio y largo plazo. Los estudios de prevalencia de las enfermedades, unidos a estudios de evolución de la población permitirían llevar a cabo simulaciones dinámicas de la provisión de servicios hospitalarios y sus costes.

Pasamos a describir brevemente el modelo *input-output* de demanda que es el utilizado en las simulaciones de la interfaz preparada en este trabajo.

Siendo:

- x_{ij} : Flujo de fila i a columna j de la matriz de destino (requerimientos del departamento/área hospitalaria j de insumos del departamento/área hospitalaria i).
- x_i : Suma total columna i (valor total de los servicios prestados por un departamento/área hospitalaria).
- y_i : Demanda final por parte de los pacientes de los servicios del departamento/área hospitalaria i .
- g_i : Valor añadido del departamento/área hospitalaria i .

Las relaciones por filas serían las siguientes:

$$\begin{aligned} x_1 &= x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} + y_1 \\ x_2 &= x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} + y_2 \\ &\dots \dots \dots \\ x_n &= x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nn} + y_n \end{aligned}$$

En forma matricial tendríamos:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix}$$

$$x = Xi + y$$

Podemos definir los coeficientes técnicos de consumos intermedios como sigue:

$$a_{ij} = x_{ij} / x_j$$

Las relaciones anteriores pueden expresarse ahora como sigue:

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + y_1 \\ x_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + y_2 \\ &\dots \\ x_n &= a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n + y_n \end{aligned}$$

En forma matricial:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix}$$

El modelo de demanda consiste en definir el valor de la producción de los diferentes departamentos/áreas hospitalarias "x" que es necesaria para satisfacer una demanda de servicios hospitalarios "y" por parte de los pacientes:

$$\begin{aligned} x &= Ax + y \\ x &= (I - A)^{-1}y \end{aligned}$$

Usando los coeficientes técnicos de inputs primarios:

$$v_j = g_j / x_j$$

Puede obtenerse fácilmente el valor añadido (gastos de personal sanitario en este caso) necesario para producir dicho volumen "x" de actividad. Utilizando de nuevo los coeficientes técnicos de consumos intermedios puede calcularse el valor de todos los bienes y servicios que debe adquirir el hospital para ser capaz de satisfacer la demanda "y" de los pacientes.

Resultados

La interfaz de simulación permite llevar a cabo todas las fases del modelo de demanda. Los diferentes departamentos del hospital están clasificados según Grupos Funcionales Homogéneos (GFH). Dichos GFH pueden considerarse intermedios (GFHI) como es el caso de farmacia, estructurales (GFHE) como es el caso de los servicios generales (mantenimiento, cocina, etc.) o finales. Los GFH finales son aquellos a los que se asignan todos los costes hospitalarios (personal, materiales y gasto en GFH intermedios o estructurales). Los GFH pueden ser de tipos asistencial (GFH_A) como es el caso de quirófano o no asistencial (GFH_NA) como sería el caso de la docencia.

El modelo presentado en este informe es un modelo de demanda de prestaciones asistenciales. Partiendo de una demanda exógena de prestaciones asistenciales por grupos de pacientes se calcula el coste de los servicios de los GFHF-AS necesarios para prestar dichos servicios sanitarios y, a su vez, se calculan los gastos directos de GFHE, GFHI, personal y de materiales necesarios para sufragar las actividades desarrolladas por los GFHF_AS.

Las prestaciones cubren todos los ámbitos de la asistencia hospitalaria partiendo de los ficheros de registro de las admisiones, consultas externas y estancias, pruebas diagnósticas y terapéuticas (medicina nuclear, radiología, etc.), quirófano y urgencias. Los pacientes fueron clasificados por sexo y por 16 grupos de edades.

Dado que los GFHE utilizan servicios de los GFHI y viceversa, se producen igualmente unos requerimientos indirectos (por ejemplo, los GFHI requeridos por los GFHE requeridos por los propios GFHI) que exigen la resolución de un sistema de ecuaciones (273 ecuaciones e incógnitas en nuestro caso) que recoge dichas relaciones indirectas, tal y como quedó descrito en el apartado anterior. Se utilizaron dos software. El GAMS (General Algebraic Modeling System) de la GAMS Software Corporation y el Gsi (General Simulation Interface) de la Universidad de Las Palmas de GC (ULPGC).

La interfaz desarrollada permite incorporar hasta tres escenarios diferentes

por simulación para facilitar las comparaciones. La figura 1 muestra los datos de los tres escenarios de la simulación sim03.sim. En el primer escenario aumentamos en un 20% la actividad de las prestaciones asistenciales de todos los grupos, VarT1 (hombres y mujeres de todas las edades). Igualmente se aumenta en la misma proporción las actividades de los departamentos no asistenciales (VarNA1). El segundo escenario solo aumentamos, en un 30% las prestaciones asistenciales de todos los grupos de hombres y el tercer escenario genera el mismo cambio, pero para todos los grupos de mujeres.

La figura 2 muestra la posibilidad de llevar a cabo simulaciones en las que se varían de forma individual cualquiera de los grupos de pacientes.

Una vez definida la simulación se procede a ejecutar el modelo (figura 3). Las figuras 4, 5 y 6 muestran algunos de los resultados obtenidos. La figura 4 muestra los resultados en forma de tabla, la figura 5 muestra los mismos resultados en forma de gráfico, mientras que la figura 6 muestra gráficos de

Nombre de la Variable	Descripción de la Variable	Valor	Descripción del Valor	Valor Mínimo	Valor Máximo
VarT1	Varacion total	20	Varacion total de to...	0	100
VarH1	Varacion H	0	Varacion general pa...	0	100
VarM1	Varacion M	0	Varacion general pa...	0	100
VarNA1	Varacion NA	20	Varacion general de...	0	100
VarT2	Varacion total	0	Varacion total de to...	0	100
VarH2	Varacion H	30	Varacion general pa...	0	100
VarM2	Varacion M	0	Varacion general pa...	0	100
VarNA2	Varacion NA	0	Varacion general de...	0	100
VarT3	Varacion total	0	Varacion total de to...	0	100
VarH3	Varacion H	0	Varacion general pa...	0	100
VarM3	Varacion M	30	Varacion general pa...	0	100
VarNA3	Varacion NA	0	Varacion general de...	0	100

Figura 1. Introducción datos por grandes grupos

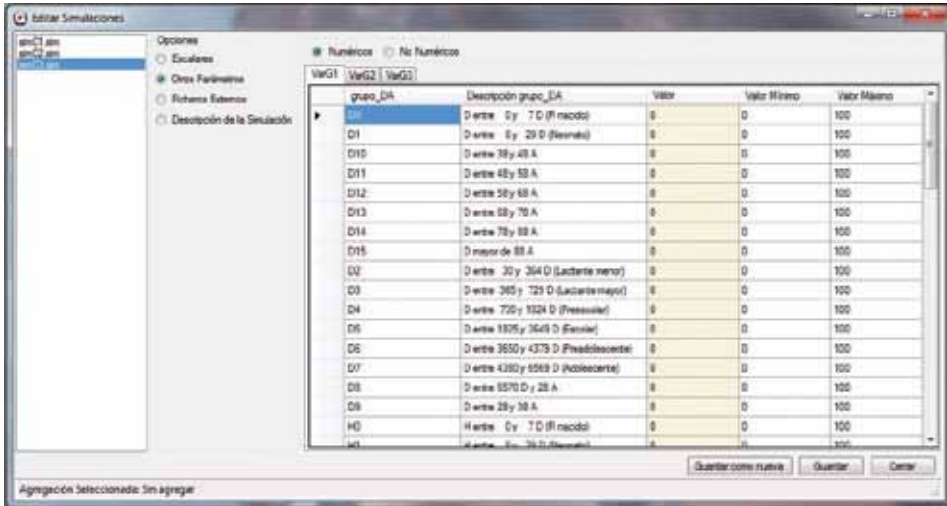


Figura 2. Introducción datos por grupos individuales



Figura 3. Ejecución de la simulación



Figura 6. Resultados de diferentes simulaciones

diferentes simulaciones de forma simultánea.

Discusión

La interfaz presentada en este trabajo es el fruto de muchos esfuerzos previos. El primer paso dado consistió en compatibilizar conceptos y procedimientos propios de la simulación económica a la actividad y costes hospitalarios. La presentación matricial de dicha actividad se materializó finalmente en una matriz de 3412 filas y 3315 columnas, es decir, una matriz de más de 11 millones de celdas, de las que cerca de un millón reflejan transacciones concretas.

La interfaz brevemente presentada en este trabajo muestra que este esfuerzo conceptual previo permite llevar a cabo simulaciones de interés para los gestores hospitalarios pues responde a cuestiones como ¿qué impacto tendrían

sobre el gasto las variaciones en la prestación de servicios hospitalarios? ¿Qué impacto tendría sobre el gasto hospitalario el aumento de los costes de cualquier categoría de personal o *input* utilizado (desde la electricidad a los medicamentos)?

Según se preparen las categorías de los pacientes, podría calcularse el impacto en el gasto de la asistencia prestada a los terceros obligados al pago de la misma (por ejemplo, a los no residentes), o podría calcularse el gasto por categorías sociales. Incluso podría calcularse el impacto sobre dichas categorías de políticas como el copago.

Por otro lado, esta representación matricial de la actividad hospitalaria resume en una sola fotografía la estructura completa de las prestaciones realizadas en un año, así como su coste. La comparación de dicha representación matricial a lo largo del tiempo permitiría identificar las fuentes de las variaciones

en las prestaciones cubiertas y su coste (por ejemplo, en el área quirúrgica). La comparación de estas matrices hospitalarias entre diferentes hospitales permitiría esclarecer de forma sencilla las principales diferencias en los costes de gestión y la estructura de los servicios ofrecidos y demandados en diferentes ámbitos geográficos o socioeconómicos.

Agradecimientos

En este apartado a la Dirección Gerencia del Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno Infantil de Gran Canaria por acceder a la cesión y utilización de los datos, a la Unidad de Investigación de ese hospital por prestar colaboración desinteresada y ayuda financiera, y a los departamentos técnicos (Control de Gestión y Unidad de Gestión de Costes) por prestar los conocimientos necesarios para elaborar la matriz contable. Finalmente, al Departamento de Análisis Económico Aplicado de la Universidad de las Palmas por su participación activa en el desarrollo de esta interfaz de simulación.

Bibliografía

1. Leontief W. Quantitative input-output relations in the economic system. *Review of Economic Statistics*. 1936;18:105-25.
2. Harding B, Herbert A, Houlden BT. Using input-output models for planning in groups with considerable inter-company trading. *Long Range Planning*. 1980;13:35-9.

3. Stone D. Input-output analysis and the multi-product firm". *Financial Analyst Journal*. 1969;25:96-102.
4. Lin X, Polenske KR. Input-output modelling of production processes for business management". *Structural Change and Economic Dynamics*. 1998;9:205-26.
5. Li B. Application of the input-output technique in chinese enterprises. *Chinese Economic Planning and Input-Output Analysis*. 1991: 257-72.
6. Rencheng T. An enterprise input-output table with two factors. *Chinese Economic Planning and Input-Output Analysis*. 1991:296-317.
7. Zhang R, Gao N, Wu H. Application of the input-output method to Anshan Iron and Steel Corporation. *Chinese Economic Planning and Input-Output Analysis*. 1991
8. Polenske KR, Hikang C. *Chinese Economic Planning and Input-Output Analysis*. 1991:273-95.
9. Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales SEC 95. Eurostat; 1996.
10. Polenske KR. Linked system of enterprise, regional, national input-output accounts for policy analysis. En: Chatterji M (ed.). *Regional science: perspectives for the future*. Londres: Macmillan; 1997.