

Modelización mecano-estadística de la demanda de medicamentos en la Comunidad Autónoma de Galicia

Pombo Romero J*, Portela Romero M**, Monteagudo Romero J***, Ricoy Riego CJ*, Varela Cabo LM****

* Departamento de Fundamentos de Análisis Económico. Universidad de Santiago de Compostela. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

** Subdirección Xeral de Farmacia e Produtos Sanitarios. Consellería de Sanidade.

*** Subdirección Xeral de Docencia e Investigación Sanitaria. Servizo Galego de Saúde.

**** Departamento de Física de la Materia Condensada. Universidad de Santiago de Compostela. fmluis@usc.es

Resumen

El rápido crecimiento del gasto farmacéutico es uno de los problemas más graves del Sistema Nacional de Salud. Del análisis de este gasto en la Comunidad Autónoma de Galicia se desprende que la introducción de nuevos principios activos (NPA) es el principal factor que explica las elevadas tasas de incremento observadas. Los datos provenientes de las recetas de medicamentos muestran la existencia de influencias ambientales en los médicos al prescribir NPA así como una tendencia a converger el perfil de prescripción con los facultativos del entorno próximo. Esto se debe a que los médicos forman una estructura del tipo "red compleja" para poder atender las necesidades sanitarias de toda la población. Este tipo de estructuras se pueden modelizar matemáticamente para comprender su comportamiento y calcular el valor de ciertas variables determinadas en su seno, como pueden ser el gasto medio o la susceptibilidad del sistema a intervenciones. El desarrollo de este tipo de modelos referidos al mercado de los medicamentos supondrá la disposición de un instrumento útil para la gestión de la prestación farmacéutica.

Palabras clave: Gasto farmacéutico, Prestación farmacéutica, Redes complejas, Modelo de Ising.

Statistical-mechanical modelization of the pharmaceutical demand in the comunidad autónoma de Galicia

Abstract

The rapid increase of the pharmaceutical expenditure is one of the most serious problems of national health services. From the analysis of the evolution of the



pharmaceutical cost in the Comunidad Autónoma de Galicia (Spain) it can be concluded that the introduction of novel pharmaceutical active principles (NAP) is the factor with the deepest influence on the observed large rates of expenditure increase. The data coming from real prescriptions show the existence of ambient factors that influence the adoption of NAPs by doctors, as well as a tendency to mimic the dominant prescription profile among their peers. The complex network formed by doctors in order to extend the medical service to all the population reinforces that tendency. This actual behaviour of this kind of structures can be mathematically understood and the actual value of certain variables calculated such as the average expenditure or the susceptibility of the system to external perturbations. The construction of this kind of models of the pharmaceutical market would provide useful tools for pharmaceutical policy design.

Keywords: Pharmaceutical expenditure, Pharmaceutical service, Complex networks, Ising model.

Introducción

Sufragar la prestación farmacéutica exige un importante y creciente uso de fondos públicos. La partida presupuestaria de medicamentos está directamente relacionada con los problemas financieros del Sistema Nacional de Salud, ya que supera ampliamente el 25% del total del gasto sanitario, con incrementos medios anuales del entorno del 8,5%. Estos incrementos son muy superiores a los observados para los ingresos fiscales, por lo que generan endeudamiento y, en último caso, detraen recursos de otro tipo de gastos o inversiones, incluyendo al propio sistema sanitario. En este contexto, se acentúa la necesidad de dotarse del formalismo teórico adecuado y de los instrumentos técnicos necesarios para una correcta identificación de comportamientos y situaciones ineficientes dentro del sistema, como paso previo al diseño de las políticas e intervenciones encaminadas a su mejora. En la actualidad, la ausencia de un modelo no fenomenológico para encuadrar el

gasto farmacéutico implica que la única metodología posible para realizar previsiones o calibrar el impacto de las actuaciones de los distintos agentes se base en modelos estadísticos de tipo regresivo/autorregresivo (ARMA, ARI-MA, GARCH). A pesar del grado de refinamiento y complejidad que estas técnicas están alcanzando en los últimos años, su naturaleza no se fundamenta en una modelización del sistema objeto de estudio, por lo que no permiten la incorporación de parámetros referidos a la estructura de la red de prescriptores que en último caso genera el gasto, ni permiten contemplar las estrategias de los agentes que participan.

Por otra parte, el avance de las tecnologías de la información en los últimos años ha permitido que la Administración Sanitaria disponga de bases de datos suficientemente ágiles y ricas como para poder plantearse una aproximación analítica más ambiciosa. La aplicación de conceptos y técnicas derivados de los desarrollos de la teo-



ría de redes, juegos o mecano-estadísticas ya no es un ejercicio exótico, sino la norma para aquellas instituciones que deciden o necesitan mantener un elevado grado de competitividad gracias a un planteamiento bien fundado, cualitativa y cuantitativamente, de sus estrategias.

Método

La aplicación de estrategias encaminadas a la mejora de la eficiencia de la prestación farmacéutica precisa de la aplicación de técnicas de gestión de la información, así como del conocimiento de la estructura y dinámica de la red de prescriptores. El Servicio Gallego de Salud (SERGAS) cuenta en la actualidad con una red de más de 8.000 médicos que exhiben correlaciones entre ellos, a la vez que están sometidos a una importante presión comercial. Para llevar a cabo su labor, estos facultativos generan cerca de 60 millones de recetas anualmente, repartidas entre casi 15.000 especialidades farmacéuticas diferentes. Un volumen tan grande y desagregado de información como el generado en la prestación farmacéutica desafía las técnicas ordinarias de análisis estadístico y econométrico y ofrece a la vez un campo susceptible de dar cabida a nuevas aproximaciones.

Una de las aportaciones más novedosas, que en los últimos años se han producido en el terreno del análisis económico, es la aproximación Econofísica. A grandes trazos se trata de una rama híbrida de la Matemática Financiera y la Mecánica Estadística que aplica a sistemas sociales y económicos técnicas y modelos desarrollados en el terreno de la Física para el estudio de la naturaleza. Dentro de este campo cobran especial relevancia los

modelos diseñados para describir sistemas tipo red, caracterizados por la existencia de múltiples grados de libertad acoplados, cuyas fluctuaciones y respuesta a las condiciones ambientales están determinadas por sus peculiaridades estructurales. Entre las principales líneas de trabajo que ocupan en la actualidad a los investigadores de este campo figura la formulación de modelos con vistas al análisis de los procesos estocásticos de variación de precios de los activos financieros, la valoración de derivados (opciones), el análisis de series temporales y el desarrollo de modelos microscópicos de mercado que permitan explicar la fenomenología de mercados reales. Es en este último campo de trabajo donde encaja el desarrollo de modelos microscópicos para el mercado farmacéutico que incluyan los comportamientos estratégicos de los distintos agentes que lo componen, así como el estudio de la estructura (conexiones, jerarquías, etc.) y dinámica (susceptibilidad a la presión comercial en la entrada de nuevos fármacos, etc.) de la red compleja que los mismos constituyen.

Resultados

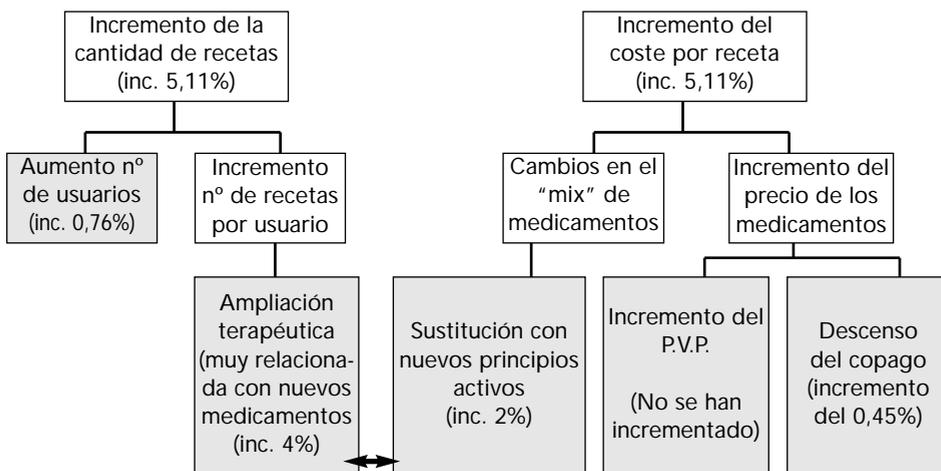
Entre marzo de 2001 y febrero de 2005 el crecimiento medio anual de la factura farmacéutica en receta oficial con cargo al SERGAS ha sido del 8,52% alcanzando un máximo de 12,2% en julio de 2002 y un mínimo del 5,17% en diciembre de 2004. Esto ha supuesto que la factura asumida por la Administración en 2004 haya ascendido a 689.664.181 €, siendo 189.678.085 € superior a la de 2000, lo que en términos porcentuales implica un crecimiento del 37,86%¹. Estamos ante una variable que muestra un crecimiento continuado a lo largo del tiempo.



El coste de la prestación farmacéutica en receta oficial para la Administración está determinado tanto por el número de recetas prescritas como por el coste medio de estas. Los diversos facto-

res que empujan el gasto asumido por la Administración pública en concepto de prestación farmacéutica son desglosados y ponderados en el Esquema 1.

Esquema 1. Causas del incremento del gasto farmacéutico en Galicia entre enero de 2001 y febrero de 2005. El incremento medio anual de la factura en este período ha sido del 8,5%. Los valores corresponden a la aportación anual media de cada concepto al crecimiento observado del gasto.



Los valores de los incrementos estimados para cada uno de los factores corresponden a su aportación promedio al incremento anual medio del gasto farmacéutico. El aumento del número de usuarios se ha considerado a partir de la evolución de la población (ponderada por los criterios de la Ley Orgánica 8/1980, de 22 de septiembre, de Financiación de las Comunidades Autónomas (LOFCA) para sanidad⁽¹⁾) registrada en "Tarjeta Sanitaria" y por lo tanto con derecho a prestación farma-

céutica. La ampliación terapéutica con nuevos medicamentos incluye el gasto en nuevos principios activos para nuevas indicaciones y la extensión de la población susceptible de ser puesta a tratamiento por las modificaciones en las recomendaciones de las autoridades sanitarias (por ejemplo reducción del nivel máximo recomendado de colesterol LDL). La evidencia empírica muestra que estas ampliaciones se hacen fundamentalmente con principios activos catalogables como "nuevos" como se muestra en las siguientes páginas. Esto se debe en gran medida a que los estudios clínicos necesarios para obtener

⁽¹⁾ Ley Orgánica 8/1980, de 22 de septiembre, de Financiación de las Comunidades Autónomas.



nuevas indicaciones sólo se realizan cuando el laboratorio promotor estima que obtendrá un beneficio comercial para alguna de las moléculas sobre las que aún mantiene exclusividad. El cálculo del impacto de estas ampliaciones se realiza contrastando los datos de prescripción con estudios de prevalencia e incidencia de las patologías tratadas. La sustitución de medicamentos en tratamientos ya iniciados ha sido estimada en función de la pérdida de cuota de mercado de principios activos "antiguos" por la irrupción de nuevas moléculas. La flecha de doble punta que figura en el organigrama pretende destacar el hecho de que los fármacos novedosos inciden en el incremento del gasto provocando aumentos tanto en el número de recetas consumidas como en el coste medio de cada una de ellas.

Como acabamos de ver, la observación conjunta de las series de gasto farmacéutico y de los factores que las determinan, pone de manifiesto la relevancia para nuestro análisis del estudio de la introducción de Nuevos Principios activos (NPA) en el incremento del gasto farmacéutico. La evolución de la cesta de medicamentos es un factor clave para explicar el coste de la prestación farmacéutica. Esta cesta se selecciona con criterios que no maximizan la eficiencia económica, pero no por ello responden a un comportamiento irracional o aleatorio. La clave del análisis es establecer cómo se llega al establecimiento de equilibrios en este mercado mediante un modelo que incluya las características distintivas del mercado farmacéutico. Los componentes que se han considerado para la formulación del citado modelo son: I) la red de facultativos prescriptores como generadores de la demanda, II) los medicamentos como bien objeto de consumo y III) los incentivos comerciales y de productivi-

dad como mecanismos de decisión. También se ha tenido en cuenta la existencia de un comportamiento imitativo entre los médicos que les lleva a preferir cestas parecidas a las de sus compañeros por razones de seguridad y prestigio profesional.

La utilidad para el médico derivada de la demanda de medicamentos que genera tiene dos vertientes. La primera tiene una naturaleza material y consiste en incentivos recibidos directamente por los agentes interesados en las consecuencias económicas de su actuación²: la industria farmacéutica y la Administración. El objetivo de los productores es que el médico maximice el gasto derivado de sus prescripciones. Del otro lado, al menos en el caso de la Comunidad Autónoma de Galicia, existen incentivos económicos establecidos por la Administración para estimular una prescripción que minimice su coste³. Por último, el médico deriva utilidad del prestigio profesional originado por una práctica clínica coherente con aquella que, tácita o implícitamente, es aceptada por sus colegas como paradigma. Este paradigma se establece a través del intercambio de información entre los profesionales y se materializa en correlaciones en su comportamiento.

La conclusión a la que llegamos por lo expuesto anteriormente es que la información y los incentivos determinan de manera sustancial las decisiones de prescripción de los médicos y, por lo tanto, la composición de la cesta de demanda del mercado de medicamentos.

El sistema modelizado está compuesto por un determinado número de médicos (aproximadamente 8.000) relacionados (acoplados) entre sí de tal forma que podemos considerarlos una red o



mallla generalizada en la que cada uno de los facultativos representa un nodo. Las estructuras complejas tipo "red" son frecuentes tanto en la naturaleza como en los sistemas sociales. A pesar del grado de complicación de este tipo de sistemas, la Física ha diseñado poderosas herramientas para comprender la fenomenología macroscópicamente observada a partir de las propiedades de las partículas constituyentes. La disciplina científica que se dedica a esta labor de "ensamblaje" de grados de libertad microscópicos con el objeto de predecir el comportamiento del sistema en su conjunto es la Mecánica estadística. Esta rama de la Física, fronteriza entre la Mecánica Cuántica y la Termodinámica, es, en palabras de Hill⁴, la teoría de las propiedades macroscópicas de un sistema termodinámico. Los cuerpos macroscópicos, debido al elevado número de grados de libertad asociados a sus átomos y moléculas, ajustan su comportamiento a un tipo peculiar de leyes, las denominadas leyes estadísticas que en modo alguno pueden reducirse a consideraciones puramente mecánicas. Aunque cada uno de los constituyentes del sistema ajusta su comportamiento a las leyes de la mecánica el conjunto de un número elevado de partículas se gobierna por leyes cualitativamente nuevas⁵. Desde esta perspectiva podemos asumir que la red de médicos que determina la demanda de medicamentos es un sistema macroscópico cuyos componentes fundamentales, los propios facultativos, toman una decisión (posición) entre las diferentes alternativas posibles según las condiciones ambientales exteriores y la interacción con el resto de los componentes de la red.

Para modelizar la red de médicos como generadores de la demanda de medicamentos tendremos que utilizar las

herramientas que nos permiten analizar los sistemas en red. Consideremos un sistema de partículas caracterizadas por su spin magnético, de forma que este tome un valor entre varios posibles. La energía contenida en ese sistema en presencia de un campo magnético es una función acumulativa de la energía aportada individualmente por cada partícula sometida al campo y, si existen correlaciones entre las partículas, la inducida por el acoplamiento entre las partículas. Un sistema como el descrito es el objeto del modelo de Ising. Este modelo ha sido ampliamente utilizado en la Física desde su formulación en 1924 de tal forma que se considera un modelo standard de la Mecánica Estadística. En fechas recientes se ha utilizado para el estudio de sistemas económicos, políticos y sociales en general⁶. En el modelo originalmente formulado se considera un sistema constituido por una red de N spines (momentos angulares intrínsecos), si, localizados, en contacto térmico con un foco a temperatura T y en presencia, o no, de uno o varios campos magnéticos externos. Cada uno de estos spines tiene asociado un momento magnético que toma una orientación de entre varias posibles. En el presente trabajo consideraremos, por simplicidad, que $s = 1/2$ y por tanto el momento magnético puede tomar únicamente dos valores posibles, ± 1 . En ausencia de campos externos ambas orientaciones son equiprobables, reflejando la inexistencia de dirección privilegiada del espacio (isotropía). La presencia de un campo magnético externo rompe la simetría del espacio y provoca que la mayoría de los spines adopten una orientación paralela al mismo para minimizar su energía.

Como veremos a continuación, es posible establecer una fuerte analogía entre esta red de spines y las perturba-



ciones (campos) externas que actúan sobre la misma, con la red de agentes prescriptores que constituye la base estructural de nuestro modelo de mercado, y los incentivos públicos y privados a los que aquellos están sometidos. Es de esperar que sea posible aprovechar de manera cuantitativa el extensísimo bagaje de conocimientos acerca de las propiedades de equilibrio y no equilibrio acumulados en el marco de la física para inferir comportamientos de nuestro modelo de mercado.

Discusión

Como se ha señalado, el modelo de Ising está formulado de tal forma que podría ser útil para el análisis del mercado farmacéutico. El sistema que describe está compuesto por un número grande (macroscópico) de partículas de las que podemos observar una característica concreta (spin) asociada a una orientación (momento magnético) de la cual se deriva una magnitud observable (magnetización del material). Como ha sido expuesto, este sistema se corresponde con una red de demandantes que escogen una cesta de consumo entre un conjunto finito y que derivan un gasto de su elección. En nuestro caso la predilección del médico por el conjunto de especialidades "caras" se correspon-

derá con el momento magnético positivo $+\mu$ y la elección de una cesta de especialidades más económicas se identificará con el momento negativo $-\mu$.

La existencia de correlaciones entre momentos magnéticos es otra de las características fundamentales del modelo de Ising, así como una de nuestras hipótesis de trabajo. La exposición de las partículas a campos externos direccionales, capaces de modificar su orientación, es común a una red de prescriptores sometidos a incentivos y a un sistema natural como un imán o un gas. La característica macroscópica "magnetización media" es reconducible en este modelo al gasto medio, siendo la resultante macroscópica de la configuración que hayan adoptado los diferentes momentos magnéticos a nivel microscópico.

El proceso de toma de decisiones de los individuos y en último caso su comportamiento está determinado tanto por influencias exteriores (medios de comunicación, marketing de compañías...) como por interacciones y acoplamientos con otros individuos de su entorno próximo (o no tan próximo). El uso de modelos como el de Ising para estudiar mercados que no responden adecuadamente a las hipótesis clásicas de individuos racionales permite incluir

Tabla 1. Equivalencias entre el Modelo de Ising de spin magnético y el modelo de gasto farmacéutico

Modelo físico	Modelo económico	Símbolo
ELEMENTO		
Spin i-ésimo	Médico i-ésimo	S_i
Momento magnético	Tratamiento elegido	$\pm \mu$
Campos magnéticos externos	Incentivos	$\vec{\beta}$
Constante de acoplamiento	Influencia compañeros	J
Temperatura	Ordenamiento, consenso	T
Magnetización media	Gasto medio	$\langle M \rangle$



la tendencia a la imitación que frecuentemente se observa en la conducta humana. Las considerables semejanzas entre la red de spines y la red de prescriptores, sugieren la posibilidad de utilizar los modelos diseñados en el ámbito de la Mecánica Estadística para analizar las relaciones económicas que componen el mercado farmacéutico. (Tabla 1)

Utilizando la solución de campo medio para el campo resultante de la interacción entre spines podemos expresar la magnetización total del sistema, $\langle M \rangle$, de la forma⁶:

$$\langle M \rangle = N \tanh(\beta \mu B + \beta z J \langle M \rangle)$$

La ecuación anterior establece la dependencia entre la magnitud observable $\langle M \rangle$, magnetización media del sistema, el campo externo B , la temperatura T , y también de las interacciones entre las partículas representadas por zJ . En el caso del modelo del mercado farmacéutico la variable explicada $\langle M \rangle$ corresponde a la cesta elegida media a partir de la cual podemos obtener el coste medio de los tratamientos. Esta cesta es función de los incentivos percibidos B , del grado de "fidelidad" y regulación que exista con respecto a los tratamientos prescritos y del grado de mimetismo que los médicos tengan con su entorno, Jz . Comprobaremos a continuación si las previsiones del modelo son coherentes, al menos desde una perspectiva cualitativa, con la realidad observada. Para ello consideremos el modelo con interacción y supongamos que no existe campo externo ($B=0$). En este caso $\langle M \rangle$ sería mayor cuanto mayor fuera la interacción Jz o menor la temperatura (y por tanto mayor). Desde el punto de vista económico esto supondría que en ausencia de incen-

tivos externos la preferencia por cestas caras sería mayor cuanto más correlacionados estén los médicos o cuando más se autocorrelacionen sus propios tratamientos. Esto es consistente con la realidad observada, pues la existencia de una situación de dominio de mercado por parte de una especialidad se corresponde con la situación descrita. En presencia de un campo externo la magnetización todavía sería mayor, lo que en nuestro modelo supone que si existen incentivos externos el valor de la cesta se incrementa. Además este modelo puede explicar la gran variabilidad observada en las prescripciones de los médicos en función de su ubicación (Figura 1) pudiendo ser debida al acoplamiento existente entre los agentes próximos y a la consiguiente correlación entre sus pautas de prescripción. De manera gráfica la Figura 2 nos muestra la semejanza entre el patrón de introducción de un NPA, y por lo tanto de crecimiento del gasto farmacéutico, y la magnetización descrita por el modelo de Ising. La flecha azul muestra la aparición de estructuras motivadas por los comportamientos imitativos entre los componentes de la red en ambos sistemas.

Utilizar un modelo que explica el comportamiento de las partículas de la naturaleza para analizar el comportamiento humano va a adolecer necesariamente de parte de la complejidad que guía a este último. Así, a pesar de que el modelo de Ising considera la influencia del comportamiento imitativo, lo hace poniendo en pie de igualdad la capacidad de influencia de cada partícula sin considerar la posibilidad de que unas sean más "importantes" que otras. En las redes humanas esto no es así. En ellas existen jerarquías, autoridades y líderes cuya capacidad de influencia es muy superior a la media. Por otra



Figura 1. Proporción de prescripciones de omeprazol sobre el total de inhibidores de la bomba de protones (IBP). Existen cuatro patrones diferentes en Galicia en función del área sanitaria del médico prescriptor

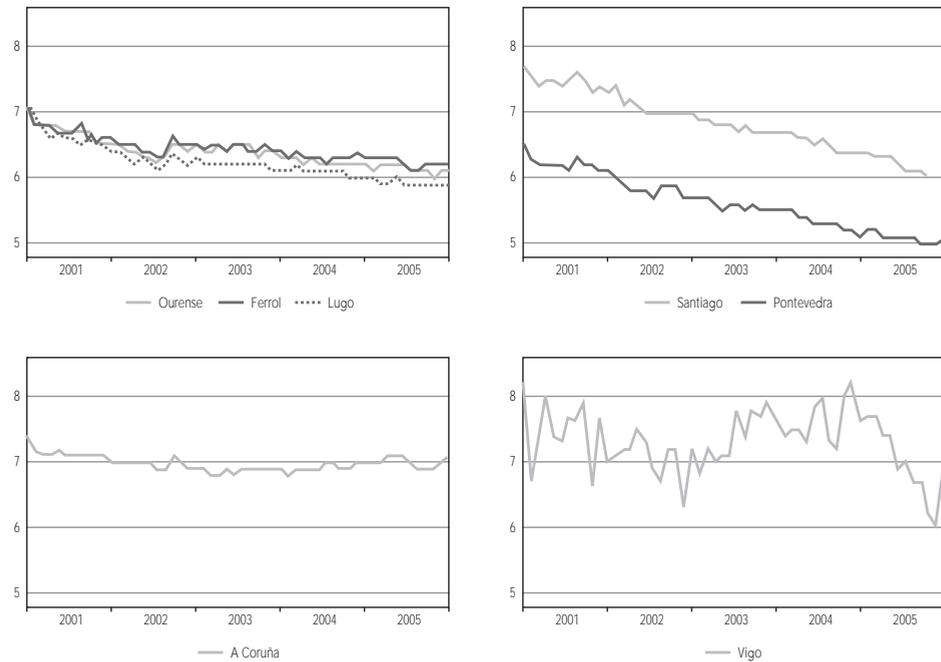
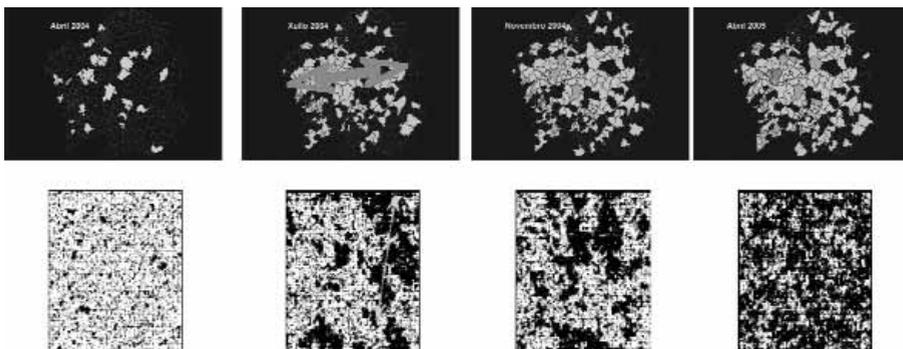


Figura 2. Introducción de un medicamento y aparición de fenómenos de tipo ferromagnético (imagnación) en un material. La estructura de red y la existencia de comportamientos imitativos inducen respuestas similares en ambos sistemas.





parte la red de influencias que afectan a una persona determinada no siempre está ubicada en su entorno más cercano. Es muy frecuente que personas físicamente alejadas establezcan vínculos que en un modelo como el nuestro no van a estar recogidos. Existen también problemas comunes a todos los estudios que precisan de datos individualizados como son el coste de obtener la información o la existencia de sesgos en la misma.

Entre las posibles soluciones a estos problemas figura la aplicación de modelos complejos que incluyan las circunstancias que el expuesto en este trabajo no tiene en cuenta. En este sentido cabe señalar que las investigaciones recientemente realizadas sobre redes complejas "networks complejos"⁸ asumen la posibilidad de crear relaciones más o menos estrechas entre una parte o incluso el total de los miembros del sistema. La aplicación de este tipo de modelos podría ser una solución a los problemas señalados.

La disposición de un modelo mecano-estadístico de la demanda de medicamentos, del tipo propuesto en este proyecto, como referencia para el análisis de la prestación farmacéutica supone disponer de una herramienta genérica para realizar previsiones y planeamientos que permitan el cálculo de los resultados cuantitativos esperados en función de los diferentes escenarios que plantee el decisor o el resto de agentes. Estos resultados cuantitativos son imputables a razones cualitativas, con lo que se podrán identificar y ubicar ineficiencias o beneficios. En último caso este modelo permitiría disponer de una topología de la demanda de medicamentos, cuya capacidad predictiva mejoraría de forma continua debido al uso de técnicas de tipo bayesiano y a la incorporación de nuevos

datos derivados de la actualización de las bases de información.

Entre las aplicaciones concretas del modelaje mecano-estadístico cabría destacar el diseño de estrategias de incentivación e información a los profesionales basadas en la coyuntura observada, la previsión del gasto, el impacto económico esperable de medidas cualitativas como nuevas autorizaciones o visados, la cuantificación indirecta del nivel de presión comercial de la industria, la identificación de líderes y seguidores entre los prescriptores, la cuantificación del grado de información del que disponen los prescriptores, la detección de los lugares y momentos en los que una intervención sería más efectiva, etc. La formulación de modelos microscópicos de la red de prescriptores y su análisis mediante la teoría mecano-estadística de redes complejas permite ir más allá de la mera descripción fenomenológica del gasto farmacéutico, mejorar la comprensión de los fenómenos observados y su relación con factores de alto impacto en el gasto, como el entorno de los diferentes facultativos, el modelo organizativo, las estrategias comerciales de diferentes laboratorios.

La variabilidad que se observa en los perfiles de prescripción en función de la ubicación geográfica del médico tiene una explicación relacionada con la estructura de la red a la que pertenecen. La *Figura 1* es un ejemplo de esta variabilidad. A partir de su observación podemos inferir la existencia de 4 pautas diferentes con respecto al uso de omeprazol como principio activo de referencia en el grupo de los Inhibidores de la Bomba de Protones (IBP). La problemática que genera el uso de las alternativas terapéuticas más caras entre las disponibles para una indicación determinada es la principal causa



de incremento del gasto farmacéutico como se muestra en el *Esquema 1*. Las intervenciones que se realicen sobre este grupo deben de tener en cuenta la variabilidad existente con el fin de maximizar su efectividad. El conocimiento ponderado de las causas que motivan estas diferencias y de las implicaciones cuantitativas esperables de las distintas intervenciones que la Administración se plantee sólo se puede realizar de manera adecuada mediante el desarrollo de modelos microscópicos del mercado.

Estos modelos se materializan en un protocolo de análisis de la información que incluya un programa informático con los algoritmos necesarios para obtener las soluciones de los diferentes escenarios que el usuario plantee. El uso de modelos de red compleja, que como se ha mencionado tienen propiedades interesantes para superar las limitaciones del modelo de Ising, lo que está siendo objeto de trabajo en la actualidad.

Conclusiones

- El crecimiento del gasto farmacéutico en Galicia mantiene desde hace años una tendencia incremental situada en torno al 8,5% de variación anual media. Las causas del crecimiento del gasto farmacéutico son fundamentalmente estructurales.
- El principal factor que empuja al alza el gasto farmacéutico es la facilidad que tiene el mercado para introducir con rapidez nuevos principios activos independientemente de su coste y de la aportación terapéutica que supongan sobre los tratamientos preexistentes. La estrategia comercial de la industria farmacéutica está actualmente orientada en este sentido de forma exitosa para sus intere-

ses de tal forma que se pueden apreciar síntomas de una demanda determinada por agentes que actúan por el lado de la oferta.

- La demanda de nuevos principios activos la determinan los médicos que en este sentido actúan como una red de prescriptores expuesta a influencias ambientales (información, incentivos, actividad comercial de la industria) así como a cierta imitación entre sus miembros.
- Los modelos mecano-estadísticos permiten incluir los supuestos de comportamiento imitativo y de existencia de influencia de agentes externos que caracterizan al médico cuando actúan como generador de la demanda de medicamentos, además prevé diferentes configuraciones en las cuales la susceptibilidad del sistema a intervenciones exteriores puede ser muy diferente. Por tanto, el modelo puede ser útil como herramienta para el análisis del mercado farmacéutico y el diseño de medidas para su control.

Bibliografía

- 1 Elaboración propia a partir de la base de datos Sergas-SIAC.PF.
- 2 Hillman A., Financial incentives and drug spending in manager care. *Health Affairs* 1999. 18, 189-200.
- 3 Pombo J., Evaluación de un programa de incentivación de la calidad en atención primaria. *Revista Galega de Administración Sanitaria*. Nº 1, vol 4, págs 71-82, Mayo 2005.
- 4 Hill T.L., *Statistical Mechanics. Principles and selected applications*, Dover, New York, 1987.



- 5 Landau L. D., Lifshitz E. M., Física Estadística, Curso de Física Teórica, vol. 5, Reverté, Barcelona, 1998.
- 6 Stauffer D., Physica A, 285-121, 2000.
- 7 Chandler D., Introduction to modern statistical mechanics, Oxford University Press, New Cork, 1987.
- 8 Albert R., Barabási A-L., Rev. Mod. Phys. 74, 47,2002