

FRANCISCO HERVÁS MALDONADO

Jefe del Servicio de Microbiología Clínica
Hospital Central de la Defensa
Profesor Asociado de Ciencias de la Salud
Universidad Complutense. Madrid

MODELOS DE GESTIÓN PARA MÉDICOS DE FAMILIA



© Francisco Hervás Maldonado, 2004

Reservados todos los derechos.

«No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.»

Ediciones Díaz de Santos, S. A.
Doña Juana I de Castilla, 22.
28027 MADRID

E-mail: ediciones@diazdesantos.es
Internet://<http://www.diazdesantos.es/ediciones>

ISBN: 84-7978-640-X
Depósito legal: M. 40.774-2004

Diseño de cubierta: Ángel Calvete
Fotocomposición e impresión: Fernández Ciudad, S. L.
Encuadernación: Rústica-Hilo, S. L.
Impreso en España

Agradecimientos

Al personal de los Servicios de Microbiología Clínica y de Análisis Clínicos, del Hospital Central de la Defensa. Madrid.

Al Departamento de Matemática Aplicada y Métodos Informáticos, de la Universidad Politécnica de Madrid, con quien llevamos colaborando desde hace varios años.

Índice

MODELOS DE GESTIÓN PARA MÉDICOS DE FAMILIA	XV
PRESENTACIÓN	XVII
INTRODUCCIÓN	XXI
1. Teoría de juegos (F. HERVÁS, M. L. MÉNDEZ, M. A. IZQUIERDO) ...	1
1.1. Introducción	2
1.2. Dilema del prisionero	5
1.3. El contrato social	7
1.4. Tipos de estrategias	8
2. Planificación y control de tareas: PERT (F. HERVÁS, V. BUEZAS) ...	11
2.1. Algunas definiciones	12
2.2. El camino crítico	14
2.3. Nuestra consulta	16
2.4. El programa QBS (Quantitative Bussiness System)	16
2.5. Los gráficos	18
3. Estadística descriptiva (J. A. MALDONADO, J. M. RODRÍGUEZ)	23
3.1. Introducción	23
3.2. Estadística descriptiva	25
4. Teoría de muestreo (J. A. MALDONADO, J. M. RODRÍGUEZ)	37
4.1. Introducción	37
4.2. Concepto de muestreo	38
4.3. Tipos de muestreo	43

5. Asociación de datos: análisis de conglomerados (F. HERVÁS, M. F. RAMOS)	51
5.1. Análisis de conglomerados	52
5.2. Problemas del cluster analysis	65
5.3. Criterios para la elección del cluster analysis	66
5.4. Validación de resultados	66
6. Caracterización de datos: lógica borrosa (F. HERVÁS)	71
6.1. Conceptos de partida	72
6.2. Validez y razón	73
6.3. Razonamientos lógicos	77
6.4. Distribución, conjunto y entorno	82
7. Diseño de algoritmos en medicina (F. HERVÁS, M. MATEO)	89
7.1. Concepto de algoritmo	89
7.2. Representación gráfica de los algoritmos	91
7.3. Ecuaciones y algoritmos	96
8. Medidas de la calidad (F. HERVÁS, G. LÓPEZ, P. SÁNCHEZ)	105
8.1. Concepto y tipos de calidad	106
8.2. Garantía de calidad	107
8.3. Calidad total	114
8.4. Acreditaciones y certificaciones	116
9. Teoría de la decisión en el ejercicio de la clínica (F. HERVÁS, P. PUENTE)	119
9.1. Métodos de ayuda a la decisión	119
9.2. Proceso de toma de decisiones	120
9.3. Métodos de priorización	121
9.4. Métodos de comportamiento	126
10. Simulación y modelizaciones (F. HERVÁS, P. PUENTE)	139
10.1. Fundamentos de la simulación	140
10.2. Modelizaciones	152
11. Introducción a la cronobiología (F. HERVÁS, M. MATEO)	157
11.1. Consideraciones generales	158
11.2. Estudio cronobiológico	160
11.3. Tipos de estudios	161
11.4. Algunas consideraciones conceptuales de interés	165
12. De la proporción al caos (pasando por el cero) (F. HERVÁS, J. R. MAESTRE)	167
12.1. Proporciones y espías	168

12.2. Nuevo enfoque en el estudio de los sistemas biológicos	171
12.3. Concepto de caos en medicina	174
12.4. Sistemas complejos	175
12.5. Biometría y caos	175
Anexo I: Introducción a la epidemiología (D. MARTÍNEZ)	181
I.1. Fines de la epidemiología	182
I.2. Medidas de frecuencia	185
I.3. Estudios descriptivos	186
I.4. Estudios analíticos	187
I.5. Estudios experimentales	187
I.6. Evaluación de pruebas diagnósticas	188
I.7. Epidemiología de las enfermedades transmisibles	189
I.8. Epidemiología de las enfermedades crónicas	191
I.9. Horizonte de la epidemiología	191
Anexo II: La Historia Clínica electrónica (F. HERVÁS, F. GUTIÉRREZ) ...	195
II.1. Planificación y diseño desde el punto de vista médico	196
II.2. Aspectos informáticos de interés	202
Software de aplicación	205
ÍNDICE ALFABÉTICO	207

Modelos de gestión para médicos de familia. Procedimientos útiles para gestión de consultas y centros de salud

RELACIÓN DE AUTORES

Victoria Buezas Díaz-Merino (Servicio de Microbiología Clínica. Hospital Central de la Defensa. Madrid).

Fernando Gutiérrez Sánchez (Servicio de Microbiología Clínica. Hospital Central de la Defensa. Madrid).

Francisco Hervás Maldonado (Jefe del Servicio de Microbiología Clínica. Hospital Central de la Defensa. Madrid. Profesor Asociado de Microbiología Médica. Departamento de Microbiología-I. Universidad Complutense de Madrid).

María Ángeles Izquierdo Ruiz de la Peña (Servicio de Microbiología Clínica. Hospital Central de la Defensa. Madrid).

José Ángel Maldonado Sanz (Servicio de Análisis Clínicos. Hospital Central de la Defensa. Madrid. Profesor Asociado de Medicina Preventiva. Departamento de Medicina Preventiva, Salud Pública e Historia de la Ciencia. Universidad Complutense de Madrid).

Gracia López Esteban (Servicio de Análisis Clínicos. Hospital Central de la Defensa. Madrid).

Juan Ramón Maestre Vera (Servicio de Microbiología Clínica. Hospital Central de la Defensa. Madrid. Profesor Asociado de Microbiología. Universidad Alfonso X. Madrid).

David Martínez Hernández (Profesor Titular Universitario. Departamento de Medicina Preventiva, Salud Pública e Historia de la Ciencia. Universidad Complutense de Madrid).

María Mateo Maestre (Servicio de Microbiología Clínica. Hospital Central de la Defensa. Madrid).

María Luisa Méndez Fernández (Servicio de Microbiología Clínica. Hospital Central de la Defensa. Madrid).

Pilar Puente Águeda (Servicio de Microbiología Clínica. Hospital Central de la Defensa. Madrid).

María Francisca Ramos Ferriol (Servicio de Microbiología Clínica. Hospital Central de la Defensa. Madrid).

Juan Miguel Rodríguez Sánchez-Arévalo (Jefe del Servicio de Análisis Clínicos. Hospital Central de la Defensa. Madrid).

Paloma Sánchez Santana (Servicio de Microbiología Clínica. Hospital Central de la Defensa. Madrid).

Presentación

La iniciativa del doctor Hervás me causó, de entrada, un cierto desasosiego por varias razones: es muy difícil aportar algo nuevo al campo del conocimiento, es poco probable interesar a la mayoría de los médicos en temas que no sean estrictamente médicos y por último, personalmente estoy bastante alejado de los temas que aborda el autor. El miedo ante lo desconocido es siempre un mal consejero, aunque por otra parte, la obsesión por el conocimiento solo desemboca en la ignorancia, siguiendo a John Stuart Mill, notable filósofo y economista del siglo XIX, en el sentido de que el conocimiento no se busca, sino que resulta ser un valor añadido del análisis de los temas que nos van surgiendo en la vida. La lectura de este libro me ha provocado no ya el conocimiento, sino incluso el entretenimiento, con una secuela: la reflexión en la búsqueda de nuevos enfoques para la medicina de los años venideros. Animo al lector a que siga el libro para engarzarse en ese futuro que nos viene y del que quizá seamos demasiado espectadores y muy poco partícipes. Con el tiempo y debido a nuestro condicionamiento laboral basado en la especialización, olvidamos lo más elemental que aprendimos en la infancia: a comunicarnos bien. Michael Anderson, psicólogo de la Universidad de Oregón, formula la teoría de que cuando recuperamos selectivamente unos recuerdos —pero no otros— como respuesta a una señal concreta, se produce una inhibición de la información no evocada. ¿No será eso lo que nos pasa a los médicos, que nos miramos demasiado nuestro ombligo médico?

¿Se puede actualmente aportar algo nuevo en medicina? En teoría sí, como lo prueban las 20.000 revistas biomédicas editadas en el mundo, que recogen millones de artículos originales, de investigación, opinión, editoriales, etc., en los últimos años. A estos habría que añadir los que se incorporan diariamente a Internet y a las páginas de los periódicos. Rigor científico aparte, la realidad es que estamos sometidos a un bombardeo de información, entre la que anual-

mente poco más de 10-20 ideas aportan algo nuevo y trascendente. ¿De qué trata tanta información? Se publican miles de artículos casi idénticos de las mismas patologías con enfoques similares. Se observa en cáncer, farmacoterapia, infección respiratoria, etc. De poco le sirve a un empresario elaborar más productos de los necesarios, por muy bien que los fabrique. Tampoco se aportaría gran cosa si se ensamblaran solo en objetos que, una vez acabados, no se pudieran vender. Y esto es difícil si no se adaptan a la demanda de los compradores, constituyentes del mercado potencial para dichos objetos. Este tipo de manía obsesiva de hacer siempre lo mismo, sin motivo real que lo justifique, se apoderó de los hombres en la comedia *Lisístrata*, de Aristófanes: solamente sabían hacer la guerra. Y fueron las mujeres quienes, astutamente, mediante una huelga de sexo, lograron que los hombres hicieran la paz entre sí, como paso previo para aliviar sus insufribles tensiones, derivadas de la pertinaz sequía de amores a que les sometieron sus esposas. Algo similar, en otro orden de cosas (control mayor de la literatura, ¿justificar publicaciones...?, etc.) habría que hacer para lograr que renazca nuestra literatura médica, pues nos repetimos con un frenesí incoercible.

Los libros podrían suponer un buen sedimento en la dinámica informativa pero, de los miles de libros publicados en biomedicina, la mayoría sigue un patrón similar, con índices temáticos parecidos que obedecen a disciplinas y/o asignaturas muy concretas. Con frecuencia se demandan temas médicos demasiado bien definidos, bien delimitados, con fronteras fijadas académicamente que a menudo son arbitrarias. De todas formas, como bien diría Bertrand Russell, «del hombre de ciencia todo el mundo tiene buena opinión, excepto sus colegas». Por eso, entre otras razones, los textos académicos tienen, por lo general, poco éxito. Hay demasiados, indudablemente, lo que favorece la crítica perenne del colega, pero también faltan textos audaces, en el sentido de la innovación.

Y es que... ¿Cuáles son los límites de una materia médica? En realidad no existen, o están tan diluidos que resultan inapreciables. Esta afirmación, aceptada por la mayoría, no se corresponde con la realidad citada, por lo que resulta muy «refrescante» el libro que tiene en sus manos, en el que se contempla otro enfoque, acaso sorprendente por su novedad, pero indudablemente necesario para el médico de este nuevo siglo. Al cabo de ello, me viene a la memoria aquella genialidad del gran Ugo Foscolo: «sdegno il verso que suona, ma que non crea». Tal vez la brillantez de un texto corra pareja con su capacidad innovadora. Puede que por eso, el genial Sófocles, según nos cuenta Diodoro, muriese de alegría en Atenas, al enterarse del éxito de su obra «Edipo, rey». Aunque las malas lenguas dicen que tenía noventa años, cosa que enturbia la belleza de esa feliz muerte.

Esta visión de una medicina sin fronteras, tiene sin embargo una serie de inconvenientes, fruto especialmente de la novedad y la inexperiencia. Se necesita investigar, sí, pero sobre todo es preciso agrupar y ordenar la inmensa información disponible. Al fin y al cabo la naturaleza no es anárquica y lo

mismo ocurre con cualquier actividad humana importante. La conducta de las colectividades, las grandes empresas, la guerra..., siguen la teoría general de sistemas. Por tanto se deberá explorar a fondo y establecer las relaciones que permiten definir situaciones y actividades universales. Si el genoma humano es similar al de otros seres vivos, ¿van a ser muy diferentes las leyes biológicas por las que se rigen? Incluso cuando se estudia el comportamiento de poblaciones se pueden encontrar numerosos puntos en común. Por tanto, en el capítulo de análisis de conglomerados y los estudios matemáticos de asociación de datos, se presenta la herramienta metódica imprescindible para —al menos— aproximarnos al conocimiento científico de esa teoría general de sistemas.

En este contexto, la interpretación y caracterización de la infinidad de datos de fenómenos biológicos, la mayoría interpretados según diferentes teorías, requieren el uso de la lógica borrosa, el amparo del concepto de caos, etc. Probablemente serán claves en el futuro del desarrollo de la medicina.

Antes he pretendido resaltar la extraordinaria profusión y complejidad de la información médica agravada por la escasa concreción en la inmensa mayoría de los casos. Por ello, no es de extrañar que muy frecuentemente el médico se encuentre bloqueado ante la cuestión de cómo actuar y algunos capítulos de este libro pueden ayudar a reflexionar y resolver este interrogante. En una sola jornada de trabajo, todo médico se ve sumergido en un sinfín de obligaciones con precedentes, escenarios y consecuencias distintas pero frecuentemente trascendentales para el paciente, por lo que el peso de la responsabilidad es considerable. A su vez, en muchos profesionales el estrés al que se ven sometidos repercute en su propia salud y reduce la eficacia de su trabajo. El abordaje de la planificación y control de tareas, así como, desde el punto de vista médico, la teoría de la decisión en clínica, deberían presidir la forma de trabajo de cualquier médico. La mejor solución sería seguir, tanto en el diagnóstico como en el tratamiento, los algoritmos de decisión, cuya aplicación se facilita por la mentalización «informática» de las nuevas generaciones de sanitarios.

El doctor Hervás, incluye en su libro otra serie de capítulos no menos importantes. En la actividad sanitaria, hasta las vacunas de las que nadie dudaría de su eficacia, están sometidas a todo tipo de controversias. La necesidad de utilizar un lenguaje universal en datos cuantitativos, aparatos, publicaciones, tratamientos, etc., de enorme repercusión para el paciente, la economía y la ciencia (entre otros capítulos), obliga a controlar la calidad. A su vez, la medida de la misma es el primer paso, como se viene a explicar en el capítulo correspondiente.

De especial interés me ha parecido el capítulo de simulaciones. Pocas veces el médico repara en su importancia a pesar de que el aprendizaje, diagnóstico y pronóstico, etc., de cualquier enfermedad se basa en modelizaciones y simulaciones. Un atlas es un modelo, como es la definición y descripción de una enfermedad sobre la que posteriormente se hace el diagnóstico. La ecuación ma-

temática o el antibiograma, por ejemplo, son simulaciones para predecir lo que va a pasar en epidemiología, en un tratamiento antibiótico, etc. Rizando el rizo, hasta las publicaciones nos sirven para modelizar situaciones que nos llevan a mejorar la calidad asistencial.

Se trata en, definitiva, de un libro sobre asuntos en los que el doctor Hervás es un pionero en nuestro país. En él se recogen opiniones y reflexiones que introducirán al lector en un nuevo enfoque que nos trae la medicina de este siglo, recién comenzado. El principal mérito del libro, en mi opinión, consiste en acercar al médico a una serie de capítulos que tradicionalmente consideraba lejanos, en un ambiente de complicidad derivada de la también profesión médica del autor. Evidentemente, en el ejercicio profesional, el médico requiere de todas las herramientas, métodos y apoyos que le puedan aportar una mayor y mejor ayuda para la promoción y restauración de la salud en la población asistida. Es indudablemente un libro útil y ameno.

Profesor José Prieto Prieto
Catedrático de Microbiología
(Departamento de Microbiología-I)
Universidad Complutense de Madrid

Introducción

Hace muchos años, un grupo de estudiantes de ingeniería y medicina nos reuníamos en una tertulia literaria en un café de Madrid. Este grupo surgió como algo necesario para enriquecer nuestro espíritu frente a la rigidez docente de la época, alimentada por una intransigencia científica, hija de la notable ignorancia de la que cualquier materia docente era y es tributaria. En esas reuniones descubrimos que todo se relaciona con todo, de manera que los compartimentos estancos no existen (el ejemplo más lúcido de ello es tal vez la poesía), cuando nos movemos en las áreas del conocimiento. Allí pasamos buenos ratos y esas tertulias fueron generadoras de varios profesores universitarios, entre los que destaca un rector de universidad, así como directivos sanitarios, jefes de servicio, etc.

De tal modo me siento influido por aquellas tertulias que aún hoy hago mía aquella genial frase de Heinrich Böll: «soy una inmensidad de cosas ya cumplidas y una infinidad de cosas por cumplir». Entre esa infinidad, esta floreciente necesidad de alimentar con un mayor fundamento lógico nuestras decisiones sanitarias.

Y surgió este libro, que está pensado fundamentalmente para que los médicos de familia puedan disponer de una herramienta de soporte a su gestión diaria, aunque pudiera ser válido para cualquier otra especialidad e igualmente para otras profesiones sanitarias como las exclusivamente farmacéuticas o veterinarias, así como para otros profesionales de la sanidad que trabajen en ella (biólogos, diplomados en enfermería, etc.).

En París, hace casi quince años, tuve una charla importante con nuestro inolvidable Alberto Martínez, notable bioquímico y Jefe de Servicio en el Hospital Doce de Octubre, con el que llegué a tener una profunda amistad. Decidimos, de acuerdo con los ingenieros con quienes me reunía en mi época de estudiante (y destaco a mi hermano Manuel en este grupo, como no podría ser

de otra manera), crear un grupo docente, con la idea de unificar ambas áreas del conocimiento, buscando una dinamización cada vez mayor de los proyectos comunes (que siempre han sido muchos y ahora son casi todos los sanitarios). Creamos los cursos de *Teoría de diseño sanitario*, bajo el amparo de la Universidad Politécnica de Madrid. Con el tiempo, comprendimos que esto no era suficiente e iniciamos diversas publicaciones. Posteriormente, falleció Alberto Martínez de una manera súbita, pero vinieron otras personas a rellenar ese hueco (nunca a suplir, pues eso es imposible, dada su irrepetible genialidad).

El contenido de este libro, por consiguiente, se basa en el programa de los cursos de *Teoría de diseño sanitario*, organizados por nuestro grupo desde hace varios años, pero adaptándolo a la situación real de la gestión sanitaria. Es decir, que incluye materias no contenidas en dicho curso y evita otras materias excesivamente técnicas e inapropiadas para los no iniciados en el mundo de la bioingeniería. Hemos buscado, por tanto, un programa equilibrado, bastante puesto al día, acorde con el deber de gestión que todo sanitario tiene en el mundo actual, pues la utilización de recursos debe servir también para ejercer una función social de equivalencia en justicia con nuestros pacientes, máxime cuando esos recursos son de titularidad pública. La gestión sanitaria es hoy en día una obligación de todo profesional de la sanidad, no solo por razones éticas, sino incluso por motivos legales.

Sin embargo, el reciclado en materia de gestión no es tarea sencilla, y existen grupos de formación para la gestión, que en razón de la celeridad del cambio no disponen de suficiente material de soporte para poder desarrollar más sencillamente sus cursos. Para todos estos grupos y escuelas, libros como este llegan a serles de una gran utilidad, pues les facilitan bastante la búsqueda de soporte bibliográfico al concentrar en un solo volumen, más específico, lo que en otros muchos encontrarían más disperso, facilitándoles así la consulta a los alumnos. Igualmente, puede ser de utilidad a los gestores de sanidad para la organización de grupos de asistencia primaria de una manera más coordinada, de modo que se minimicen las diferencias entre los distintos centros de salud de una determinada zona.

En el diseño del programa hemos optado por lo práctico, buscando la solución de problemas en el quehacer diario, preferiblemente a temas más profundos de investigación —de mayor complejidad para los no iniciados, aunque también se esbozan— o las recopilaciones exhaustivas, pues se trata de utilizar una herramienta poco farragosa y lo más ágil posible. Hemos primado la amabilidad, fundamentalmente (y esto no es sencillo cuando se conjugan las matemáticas con la medicina), y estamos satisfechos del resultado. Naturalmente, antes de validar el manuscrito, hemos recurrido a un grupo seleccionado de diversos profesionales sanitarios, nos hemos sometido a su crítica y hemos corregido y adaptado nuestro libro conforme a su criterio razonado, logrando una buena satisfacción final. Pues por mucha experiencia que tengamos —llevamos catorce años con estos cursos— la opinión del lector es definitiva (y esto lo afirmamos precisamente por esa experiencia acumulada).

Hay tres partes diferenciadas en este libro. En la primera parte, se desarrolla el programa básico. Empezamos con la «teoría de juegos» y los métodos de planificación, siguiendo con dos capítulos de estadística elemental. A continuación, nos introducimos en dos temas de mucha actualidad: los conglomerados y la lógica borrosa, viendo cómo el abordaje de estos temas no es tan complicado como nos creemos. Tengamos en cuenta que cada vez usamos un instrumental más sofisticado que se fundamenta en criterios de este tipo. Luego, otros dos capítulos de uso diario: cómo hacer un algoritmo y cómo medir la calidad. Después, dos temas de gestión pura: la teoría de la decisión y las simulaciones y su consecuencia, que es la modelización. Tocamos el tema de la cronobiología, porque pensamos que hay que ajustar los modelos a los horarios, pues dependiendo de las horas del día, los modelos de gestión pueden llegar a variar mucho. Termina esta parte con una reflexión acerca de un tema de mucha vigencia: los sistemas complejos y la teoría del caos. La segunda parte son dos anexos. El primero es una introducción a la epidemiología, recordándonos unos conceptos básicos que nos pueden ser de utilidad. Y el segundo es un ejercicio práctico, consistente en una serie de consejos útiles —a modo de reflexión— para poder informatizar mejor la Historia Clínica de nuestros pacientes, de interés en nuestra función profesional diaria. Se trata de la Historia Clínica Electrónica. Por último, acompañamos un pequeño CD con dos presentaciones en Power Point, una sobre epidemiología y otra sobre la Nueva Medicina, así como las normas de Vancouver para publicaciones y algunos programas de libre difusión: QBS, EPI-2002, Acrobat Reader y Winzip81 que, como es natural, se aportan gratuitamente todos ellos, autorizándose la libre utilización de los mismos.

Estamos seguros de que este libro les será de mucha utilidad. En él han intervenido personas con entrenamiento en estos temas y, sobre todo, en su didáctica, buscando una buena confluencia, tan necesaria para la formación de equipos para poder trabajar lo más ventajosa y coordinadamente posible.

Con nuestro agradecimiento por su lectura y, sobre todo, por su valiosísima y callada labor profesional diaria.

Francisco HERVÁS MALDONADO

Teoría de juegos

Francisco HERVÁS, María Luisa MÉNDEZ, María Ángeles IZQUIERDO

«Detrás de cada gesto grave y severo suele ocultarse un tonto de capirote».

(Miguel de Unamuno)

Recordemos un poco nuestra infancia y veremos que todos aquellos juegos en los que competíamos no eran sino un modelo de preparación para poder afrontar mejor los retos de la vida adulta. En el fondo, la toma de decisiones de gestión clínica puede afrontarse como un juego, con unas determinadas reglas.

En el ejercicio diario de la profesión médica no faltan momentos de dilema. Los tratamientos empíricos, en los que solamente nos guiamos por protocolos generales, son una constante, desconociendo en realidad la oportunidad de dichos protocolos en el caso del paciente real que tenemos frente a nosotros. Muchas veces hemos de optar por uno u otro tratamiento, cada cual con sus luces y sombras, o bien por una vía de administración o incluso por una persona u otra para encomendarle una determinada tarea. Para ello podemos utilizar técnicas de razonamiento lógico que den soporte a nuestras decisiones.

Esto no quiere decir que el riesgo de equivocarnos, utilizando una técnica de este tipo, llegue a desaparecer, pero sí que lo minimizamos al máximo y que, por otra parte, tenemos el soporte científico experimentado que avala legalmente nuestra decisión. En ello se fundamentan muchos protocolos y normalizaciones de conductas sanitarias.

Una de las técnicas más importantes para minimizar el riesgo es la descrita por John Von Neumann y Oskar Morgenstern, por primera vez, en el año 1943. Posteriormente ha ido perfeccionándose hasta el momento actual, de manera que ya no solamente podemos afrontar problemas de doble respuesta, sino incluso los de múltiple respuesta, como por ejemplo las elecciones de antibióticos o de analgésicos. Por otra parte, el resultado obtenido en este último caso puede no ser único, sino combinar de uno u otro modo varias respuestas simultáneas. En todos los casos de la «teoría de Juegos», buscamos el *Minimax*, es decir: el máximo beneficio en las peores circunstancias posibles.

1.1. INTRODUCCIÓN

Pero vayamos al principio. Decíamos que la «teoría de Juegos» se describe en 1943 por primera vez, en plena guerra mundial, y como tantas otras veces, su utilización primera fue de tipo estratégico-militar, llamándose en un primer momento «juegos de guerra». Así, el estratega calculaba las respuestas de sus oponentes a cada una de sus actuaciones. Posteriormente se utilizó en la industria, en el diseño, en la investigación básica, en la economía y más recientemente en la asistencia sanitaria.

Nosotros describimos y determinamos estrategias óptimas en situaciones conflictivas. Estas estrategias se verán influidas tanto por las situaciones de partida propias como por las ajenas, de manera que solo las controlaremos de inicio parcialmente. Por eso resultan especialmente útiles estos métodos en el caso de la medicina, en la que la información previa es bastante imperfecta. En definitiva, nosotros hacemos una descripción completa de cómo se comportaría una enfermedad en un paciente ante una determinada situación. Buscamos maximizar los beneficios propios (mejoría de la enfermedad hasta la curación con el mínimo número de secuelas o sin ellas) y minimizamos los de la competencia (en este caso el agresor causante de la enfermedad y sus aliados): es nuestro objetivo. No hay posibilidad de «marcha atrás», ni se puede llegar a un acuerdo de «rendición» previa por ninguna de las partes. Y proponemos como solución óptima el *minimax* (es decir, obtener al menos el máximo provecho en el peor de los casos).

Hurwicz, en 1968, nos presenta el siguiente ejemplo, que para mejor comprensión hemos adaptado a la medicina:

- En una sesión clínica, los médicos *A* y *B* presentan cada uno de ellos los resultados de un ensayo clínico. El doctor *A*, ha ensayado las estrategias terapéuticas *A1*, *A2* y *A3* en un caso de eccema, mientras que el doctor *B*, ha utilizado los tratamientos *B1*, *B2* y *B3* como complemento terapéutico de las estrategias de *A*. Vemos que la pomada *A1* ha podido complementarse con las cremas *B1*, *B2* y *B3*. Igual con *A2* y *A3*. Observamos, que cada grupo de pacientes tiene 10 individuos (cuando todos los grupos son iguales, se denominan de «suma cero»), desconociendo el tratamiento *A*, según qué tipo de tratamiento *B* hemos utilizado. Los resultados han sido:

	B1	B2	B3
A1	2/10	8/10	1/10
A2	4/10	3/10	9/10
A3	5/10	6/10	7/10

Si $A_n + B_m = 10$ siempre (cada casilla representa la combinación de un tipo de *A* con otro de *B*), observándose el número de pacientes que han expe-

rimentado mejoría con cada combinación posible de A y B , lo cual viene expresado por una fracción en la que el numerador está constituido por el número de pacientes que mejora en cada grupo, mientras que el denominador viene a representar el número total de pacientes de cada grupo, y puesto que todos los grupos son iguales (10 individuos), ¿qué combinación terapéutica es la más idónea?

Desde el punto de vista de A , si maximizamos A , elegiríamos $A2$, porque puede llegar a 9 mejorías, pero esto no sería suficiente. Precisaríamos que se utilizase siempre $B3$. ¿Y si desconocemos el tipo de B que se ha utilizado? En tal caso, lo mejor es elegir $A3$, pues al menos (*Minimax*) obtendríamos 5 mejorías. Ese punto ($A3B1$) se denomina «punto de silla estable» (se conoce así por ser el punto en el que se asienta la mínima garantía de beneficio o mejora). El *minimax*, como vemos, no es la mejor solución (y mucho menos la única), sino la solución menos mala.

Por tanto, en nuestro caso, si conocemos B no hay duda, pero si no lo conocemos, la «teoría de juegos» nos aconsejaría optar por $A3$. Sería el caso de los estudios en que sabemos, por ejemplo, que el paciente ha utilizado un recurso terapéutico que ha olvidado o desconoce. En nuestro caso, un paciente con un eccema que ha utilizado una crema solar previa que no recuerda. Por tanto, vemos que la mayor utilidad de la «teoría de juegos» se logra en los casos en que la información es deficitaria.

Teorema del *minimax*

Sin embargo, no todos los juegos de «suma nula» presentan un «punto de silla estable». Por eso, cuando buscamos llegar a una estabilidad, es necesario introducir estrategias mixtas, de manera que tanto A como B puedan elegir.

Así, A puede elegir al azar una estrategia que irá asociada a una determinada probabilidad. B puede hacer lo mismo. Supongamos $P1$, $P2$ y $P3$ las probabilidades de que A elija las opciones $A1$, $A2$ y $A3$ respectivamente, de tal manera que

$$P1 + P2 + P3 = m$$

Siendo m la suma total de probabilidades (es decir, 1, o lo que es lo mismo: el 100%). Tengamos en cuenta que $P1$ se asociaría con $A1$, de manera que podría tener, en función de B , otras tres posibilidades ($B1$, $B2$ y $B3$), e igual con $A2$ y $A3$. Por tanto, hemos de ver qué «parte» de B corresponde a cada A , es decir: la probabilidad Q de B para cada A .

Si las probabilidades asociadas a B son $Q1$, $Q2$ y $Q3$ respectivamente (que corresponden a $B1$, $B2$ y $B3$, independientemente del A elegido), sucede que:

$$\Sigma (Pi + Qj) = t$$

Siendo t un mismo valor en todos los casos (se suele utilizar el 100, de manera que los valores P y Q se expresen en porcentajes).

Según el «teorema del minimax», todos los juegos bipersonales, finitos, de suma cero y de información perfecta, están estrictamente determinados. Es decir, existen unos valores únicos de P y de Q para cada evento asociado a un determinado valor del juego. Son interesantes al respecto los ejemplos polinomiales de Scheid y Di Costanzo. Ellos describen una buena sistemática para llegar a una norma infinita:

El objetivo fundamental del minimax es minimizar la norma

$$\|y-Z\|$$

siendo y los datos proporcionados en cada caso e $\|y-Z\|$ la ecuación de aproximación a la situación estudiada.

Se denomina ecuación de aproximación a la expresión numérica que mejor se adapta a lo que deseamos valorar y que viene expresada en la diferencia de valores absolutos (no es una resta) entre el elemento considerado y el tratamiento aplicado (tratamiento en su pleno sentido: trato, y no medicación o cirugía). Esta ecuación puede ser una simple suma o una integral compleja, pero ese no es el caso, pues nosotros dispondremos de suficiente apoyo matemático al respecto: el que nos proporciona la informática.

Supongamos —como ejemplo— que nuestro dilema es elegir un fármaco hipotensor. Nuestra ecuación de aproximación es muy sencilla, debiendo reflejar que el fármaco hipotensor habrá de tener un efecto reductor tal que nos mantenga la mínima en valores entre 80 y 90 mm Hg. Bueno, pues la norma se expresaría así:

$$T_m \diamond T_o + n_y$$

T_m es la tensión mínima (cuyo valor será entre 80 y 90); T_o es la tensión observada antes del tratamiento, n_y es la dosis del fármaco elegido. La igualdad no es tal, sino que se trata de una equivalencia expresada con el símbolo \diamond . Cuando T_m se nos dispara, es que n_y posee un valor insuficiente. Si por otra parte, T_m baja demasiado, tal vez sea porque el valor de n_y sea excesivo.

En la realidad esto es exagerado, pues hay otros muchos factores que influyen, de manera que la ecuación Z suele ser mucho más compleja. Por eso hay magníficos programas informáticos en los que introduciendo los datos que nos piden, obtenemos fácilmente una orientación correcta para solucionar nuestro problema.

Juegos bipersonales de suma no nula en sus elementos

Cuando los juegos no están estrictamente determinados, la suma no es cero. Dichos juegos presentan, además, elementos tanto de cooperación como

de enfrentamiento, es decir: cabe el acuerdo o la competición. Cuando sucede lo primero, los jugadores buscan una solución de compromiso que gobierne un acuerdo aceptable por las dos partes.

Este tipo de juegos son los más comunes en la vida diaria (fijación de precios, negociación salarial, etc.) y lógicamente, en la clínica diaria, equilibrio entre factores de riesgo y factores de protección de una enfermedad. Así, en el infarto hay una serie de factores de riesgo (colesterol, sobrepeso, sedentarismo, dieta grasa, hipertensión, diabetes...) y otros de protección (cifras bajas de colesterol, control ponderal, ejercicio físico, dieta mediterránea, normotensión, normalidad pancreática, etc.). Si enfrentamos dos a dos los factores de riesgo y protección, estamos en un juego del tipo del dilema del prisionero, de Tucker y Davis.

1.2. DILEMA DEL PRISIONERO

Dos presuntos delincuentes, llamados *el sonrisas* y *el triste* han sido detenidos por la policía, acusados de cometer un robo. El comisario les hace a los dos, por separado y en ausencia del otro, la misma pregunta: «¿Ha cometido tu compañero el robo? Si lo acusas, te suelto. Pero si no lo acusas y él te acusa a ti, te caen 20 años y él se salva. Si por el contrario, tú lo acusas y él también te acusa, os caen 5 años a cada uno. Si no lo acusas y él tampoco te acusa, os cae un año a cada uno, por sospechosos».

¿Qué debería hacer *el sonrisas*? ¿Y *el triste*?

Dibujemos un esquema, que técnicamente es conocido con el nombre de *matriz de pagos*:

		<i>El triste</i>	
		Confiesa	No confiesa
<i>El sonrisas</i>	Confiesa	5-5	0-20
	No confiesa	20-0	1-1

Sea cual sea la postura de *el triste*, lo más beneficioso para *el sonrisas* es confesar. Pero si se logran poner de acuerdo previamente y no confiesa ninguno de ellos, el beneficio colectivo es indudablemente el mayor posible.

Por tanto, vemos que la carencia de un pacto perjudica claramente a los dos. En resumen, el comportamiento egoísta es el más nocivo para el colectivo, mientras que el altruista es el más beneficioso. Por otra parte, el comportamiento egoísta es el más beneficioso para el individuo, pero resulta ser el más perjudicial para la sociedad.

Igual sucede en la clínica. Comparemos ahora el aceite de oliva en la dieta mediterránea frente al de cacahuete en la dieta grasa y valoremos el riesgo de infarto en porcentaje de pacientes. Un paciente nos dice que su amigo



A veces uno es prisionero de sus aficiones.

come a base de untos y grasazas, y es feliz, mientras que él no sale de los chorritos de aceite de oliva virgen en las ensaladas. No se cree que pueda protegerle tanto el aceite. Nosotros se lo demostramos con la *matriz de pagos*, en la que incluimos los porcentajes de infartados en una población de riesgo-tipo, y la mejoría o empeoramiento con el cambio de aceite. Los de la grasaza cambiarían o no al de oliva, y los de oliva, cambiarían o no al de cacahuete. Construimos nuestra *matriz de pagos*.

	Aceite de cacahuete		
		Cambia	No cambia
Aceite de oliva	Cambia	5-6	5-12
	No cambia	2-6	2-12

Para el paciente de oliva, lo más beneficioso es no cambiar, mientras que para el de cacahuete, lo mejor es cambiar. En este caso, el acuerdo más beneficioso para ambos es el no cambio del aceite de oliva y el sí cambio del de cacahuete. En realidad, desde un punto de vista egoísta, al de oliva le da igual que cambie o no el de cacahuete, pues su porcentaje no se va a incrementar. Igual le pasa al de cacahuete, al que le da igual lo que haga el de oliva, pues él no se va a beneficiar con su actitud. Pero si pensamos, por ejemplo, que son dos familiares, la situación varía. Y al médico también le afecta la actitud global, pues se expone a perder un paciente, así como a los gestores sanitarios, por el posible incremento en la demanda de recursos. Por tanto, lo más sensato es que cambie de aceite el de cacahuete y no cambie el de oliva.

1.3. EL CONTRATO SOCIAL

Los costes sociales derivados de cualquier enfrentamiento son siempre muy elevados. Por eso, el resultado más beneficioso para todas las partes se basa en el respeto a los principios sociales que afectan al problema. Hobbes propone como solución el llamado *contrato social*.

El *contrato social* se fundamenta, por tanto, en principios morales. Nash propone arbitrar una solución *de laudo*, la cual ha de cumplir las siguientes condiciones:

- El resultado arbitrado ha de ser independiente de la función de utilidad de los jugadores.
- El resultado arbitrado será un óptimo paretiano (el mejor para ambos contendientes en su conjunto).
- El resultado arbitrado será independiente de las alternativas habidas en otros juegos.
- En un juego simétrico, el resultado arbitrado debe igualar las utilidades recibidas por ambos jugadores.

En nuestro ejemplo anterior se cumplen los postulados de Nash, pues:

- Nos dan igual las circunstancias personales previas de cada paciente.
- Es el mejor resultado para la salud de ambos y, por tanto, para el colectivo.
- No guarda relación con otras confrontaciones (tensión arterial, glucemia, etc.).
- Es simétrico, porque ambos jugadores se benefician en el mismo grado: el mejor posible.

La energía de cooperación entre los egoístas

En el dilema del prisionero hay dos estrategias genéricas posibles: cooperar (*C*) o defraudar (*D*). Volviendo a la *matriz de pagos*:

	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>C</i>	<i>R-R</i>	<i>S-T</i>
<i>D</i>	<i>T-S</i>	<i>P-P</i>

Siendo siempre:

$$\frac{T > R > P > S}{R > (S + T)/2}$$

El razonamiento es distinto si se ha de jugar una o varias veces.

Imaginemos un tratamiento antibiótico frente a una determinada bacteria causante de una neumonía. Iniciamos un tratamiento empírico con un determinado antibiótico a , al que la bacteria b responde con la expresión de una resistencia. Entonces, cambiamos al antibiótico a' , y es de suponer que la bacteria intente expresar otro tipo de resistencia (formación de cápsula, etc.). Entonces, o bien cambiamos de antibiótico, o aumentamos la dosis. Y así seguiríamos hasta que curásemos al paciente o la enfermedad progrese al máximo.

Por eso, las consecuencias de toda decisión han de analizarse a largo plazo, si es que queremos «seguir en el juego». Las estrategias deben estar bien definidas y no ser rígidas. Solamente los buenos protocolos son flexibles, y por ende, perdurables y eficaces.

1.4. TIPOS DE ESTRATEGIAS

- a) Utilización de un generador de *números aleatorios*, de manera que entre dos opciones similares, el azar decida. Es una estrategia peligrosa en medicina, pues no se tiene en cuenta la continuidad del juego, es decir: los posibles efectos colaterales o secundarios a medio y largo plazo.
- b) Estrategia *tit for tat* de Rapoport. Se inicia el juego cooperando y se continúa haciendo siempre lo del contrario. Por ejemplo: acude un paciente hipertenso a consulta. Nosotros le prescribimos el hipotensor X a dosis Y . En la segunda visita, puede ser que sea normotenso (coopera). Nosotros seguimos igual (cooperamos). Si ha subido más la tensión, cambiamos al hipotensor Z o subimos la dosis Y (el paciente defrauda y nosotros hacemos lo mismo, cambiando el fármaco o la dosis). Si el paciente presenta una bajada importante de tensión (defrauda), nosotros cambiamos al hipotensor M , o bajamos la dosis o suprimimos la medicación (defraudamos). Es una estrategia útil en algunos casos, pero no en todos, como veremos.
- c) Estrategia *tit for two tats*. En este caso iniciamos cooperando y así seguimos hasta que el contrario defraude dos veces, y a partir de ese momento, defraudamos y seguimos la estrategia de responder con lo mismo del contrario: si coopera, cooperamos, y si defrauda, defraudamos. Es el caso de algunos procesos quirúrgicos. Nosotros intentamos primero un tratamiento médico. Si el paciente no mejora, probamos un segundo tratamiento. Si sigue sin mejorar, no queda otro remedio que someterlo a una intervención quirúrgica de riesgo, pues si no, podría morir.
- d) Estrategia de Johan *Joss*. Es un ejemplo de las muchas posibles de tipo similar. Iniciamos el juego con cooperación, respondiendo siempre como el contrario, pero una de cada diez veces respondemos defrau-

dando a una cooperación. Esto puede ser de utilidad en algunos casos, como los tratamientos de fisioterapia para endurecer la musculatura o en algunos tratamientos dietéticos o de deshabituación. Hay muchas otras estrategias posibles, algunas con variación constante de ciclos de defraude o cooperación. Sea cual sea el sistema, lo importante es considerar respuestas negativas inesperadas.

En definitiva, ¿qué es mejor, cooperar o defraudar? ¿Cuándo conviene adoptar una u otra estrategia? Muchas son las soluciones adoptadas, pero tal vez una de ellas se revela como la más robusta, la de Axelrod.

Axelrod define unos principios de utilidad en cualquier tipo de estrategia:

- Nunca se debe ser el primero en defraudar.
- Hay que responder a las provocaciones.
- Hay que saber perdonar.

Por otra parte, como los resultados dependen del ambiente, Axelrod calificó de *robustas* las estrategias capaces de desenvolverse bien en diversos ambientes. *Tit for tat* es posiblemente la más robusta de las expuestas. De hecho no es otra cosa que la ley del talión. Es decir, que en el fondo la «teoría de juegos» no es sino la expresión de la naturaleza humana a lo largo de la historia.

Axelrod diseñó el llamado *torneo ecológico*, en el cual hay que tener en cuenta algunos factores:

- Los resultados de una confrontación determinada influyen en la proporción con que cada estrategia se ve representada en la confrontación siguiente. Esto se refleja claramente en las terapias antimicrobianas.
- Las estrategias torpes van progresivamente desapareciendo y sus resultados se pierden igualmente. Esta es una constante en medicina.
- Las estrategias robustas quedan como únicas supervivientes, resultando ser el ambiente cada vez más cooperativo. Esto sucede igualmente en medicina.
- Con la estabilización del ambiente, desaparecen las estrategias egoístas. Si utilizamos un antibiótico excesivamente eficaz, producimos como poco una disbacteriosis intestinal. Por tanto, hemos de utilizar un antibiótico específico, siendo menos egoístas en nuestro «ataque» a la bacteria que cause una infección.

La «teoría de juegos» nos da un enfoque muy realista y divertido de nuestro trabajo, proporcionándonos un método ameno que nos ayuda en nuestra decisión. Si además, consideramos la facilidad con que el procedimiento se adapta a la informática, estamos ante una herramienta valiosa para el apoyo a nuestro trabajo. Sin embargo, es conveniente practicar, entrenarse, adoptando soluciones correctas de acuerdo con la situación de que se trate en cada momento. Sin un entrenamiento previo, es difícil optar por la vía más adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

- Von Neumann, J., Morgenstern, O. *Theory of games and economic behaviour*. Princeton Univ Press. Princeton, 1944.
- Hurwicz, L. *Teoría del comportamiento económico*. En «J. R. Newman Sigma: el mundo de las matemáticas». Grijalbo. Barcelona, 1976.
- Scheid, F, Di Costanzo RE. *Métodos numéricos*. Mc Graw Hill. México, 1991 (403-426).
- Davis, M, Morton, D. *Teoría de juegos*. Alianza. Madrid, 1979.
- Wagner, B, Harrison, H. *The theory of games and the problem of international cooperation*. The American Political science Review, 1983. 77:330-346.
- Nash, JF. *The bargaining problem*. *Econometría*, 1950. 18:155-162.
- Rapoport, A. *Fights, games and debates*. University of Michigan Press. Ann Arbor, 1960.
- Axelrod, R. *Effective choice in the prisoner's dilemma*. *Journal of Conflict Resolution*, 1980. 24:3-25.
- Axelrod, R. *The evolution of cooperation*. Basic Books, New York, 1984.
- Sally, D. *Dressing the mind properly for the game*. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2003; 358(1431): 583-92.
- Colman, AM. *Depth of strategic reasoning in games*. *Trends Cogn Sci*, 2003. 7(1): 2-4.
- Zhang, J, Hedden, T. *Two paradigms for depth strategic reasoning in games. Response to Colman*. *Trends Cogn Sci*, 2003. 7(1): 4-5.
- Page, KM, Nowak, MA. *Empathy leads to fairness*. *Bull Math Biol*, 2002. 64(6): 1101-16.
- Stephens, DW, McLinn, CM, Stevens, JR. *Discounting and reciprocity in an Iterated Prisoner's Dilemma*. *Science*, 2002. 298(5601): 2216-18.
- Huck, S, Normann, HT, Oechssler, J. *Zero-knowledge cooperation in dilemma games*. *J Theor Biol*, 2003. 220(1): 47-54.
- Hedden, T, Zhang, J. *What do you think I think you think?: Strategic reasoning in matrix games*. *Cognition*, 2002. 85(1): 1-36.