

HERRAMIENTALES DE LA INVESTIGACIÓN OPERACIONAL EN APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN SALUD.

José Félix García Rodríguez^{1*}, Anai García Fariñas**, Ana María Gálvez González**, Gustavo A. Rodríguez León⁴

* Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

** Escuela Nacional de Salud Pública. Cuba. Doctor en Ciencias de la Salud. Escuela Nacional de Salud Pública. Cuba.

***Secretaría de Salud del Estado de Tabasco, México

RESUMEN

En el campo de la salud la toma de decisiones resulta compleja y delicada. La investigación operacional brinda herramientas que pueden asistir al decisor. El objetivo del presente trabajo es describir las herramientas desarrolladas por la investigación operacional que pueden ser de utilidad para el campo de la salud. Los modelos de decisión basados en árboles de decisiones, las cadenas de Markov y los modelos de simulación de eventos discretos, así como la programación lineal, los modelos unicriterio y multicriterio, el análisis por jerarquías y la minería de datos, están entre las herramientas desarrolladas por la investigación operacional que más se han empleado en salud. Los estudios que más han incorporado las herramientas de la investigación operacional están los de desarrollo de medios y criterios diagnósticos, la evaluación económica, el estudio de la eficiencia organizacional y la planificación.

ABSTRAC

At health's field the decision process is complex and delicate. The operational research offers tools that can help the decision maker. The objective of present work is to describe the tools developed by the operational research that they can be of utility for health's field. The decision models based in decision trees, Markov's chains and the simulation models of discreet events, as well as linear programming, the uni-criteria and multi-criteria models, analytich hierarchy process and data mining, they are between tools developed by operational research that have wilde used in health. The operational research's tools have incorporated in development of means and diagnostic criteria, in the economic evaluation, the study of organizational efficiency and in planning.

KEY WORDS: operational research, decision making, health

MSC 90B99

1. INTRODUCCIÓN

La toma de decisiones es parte inherente de la actividad humana. Asimismo, las alternativas a considerarse al momento de enfrentar un problema, cualquiera que sea su naturaleza, suelen ser tan numerosas y sus efectos tan penetrantes, que la adopción de decisiones sin fundamento lógico, científico o técnico, no resultan aceptables hoy día. En síntesis, la toma de decisiones efectivas debe pasar necesariamente por un proceso de razonamiento lógico que involucra diversas disciplinas y técnicas, y ser sustentado en información oportunamente validada y analizada. En el campo de la salud particularmente, la toma de decisiones constituye una importante actividad que día con día resulta más compleja y delicada, y por tanto, requiere con mayor razón ser estudiada y fundamentada en bases firmes.

Hoy día, es un hecho inobjetable que todos los países del mundo, ricos o pobres, están transitando por un período de tiempo caracterizado por un cambio sistemático en sus variables demográficas y epidemiológicas. Dicho cambio se traduce en una tendencia en el tiempo al envejecimiento poblacional, así como una transición hacia la prevalencia de enfermedades no infecciosas, también conocidas como crónicas degenerativas, y que son propias de la vida moderna. Las necesidades de salud que se acumulan con el envejecimiento poblacional, así como el mayor acceso a los servicios de salud, han provocado un incremento exponencial de su demanda. Sin embargo, la capacidad de los países para enfrentarla es cada día más limitada. Ante esta realidad, los recursos disponibles para la atención de la salud, sean éstos públicos o privados, deben ser

¹ jfgr55@hotmail.com Autor para la correspondencia

asignados de manera tal que se maximice el nivel global de salud. Por esta razón, durante las dos últimas décadas se han estado produciendo cambios importantes en la estructura, organización y funcionamiento de los servicios de salud en el mundo, y se pide cada vez más a los políticos, dirigentes, economistas, clínicos y otros profesionales involucrados en la actividad sanitaria, tomar en cuenta las mejores alternativas de solución al momento de tomar una decisión.

La experiencia acumulada en los últimos 70 años por los especialistas del campo de la investigación operacional o ciencia de la administración, brinda múltiples herramientas con potencialidades para asistir el proceso de toma de decisiones. El objetivo del presente trabajo es describir algunas de las herramientas desarrolladas por la investigación operacional con mayores posibilidades de ser de utilidad en el campo de la salud, algunas de ellas ya han sido introducidas en el quehacer del sector en algunos países.

2. DESARROLLO

En los últimos 70 años ha cobrado auge en la toma de decisiones la aplicación de un proceso de investigación sustentado en técnicas cuantitativas y matemáticas conocido como investigación operacional (IO). La IO se originó en Gran Bretaña durante la Segunda Guerra Mundial, en un principio para apoyar matemática o cuantitativamente las operaciones militares a desarrollarse. Desde entonces, la IO ha evolucionado hasta aplicarse ampliamente a la toma de decisiones en todos los campos de actividad, sistemas, productos o servicios. Es por ello que con frecuencia se le conoce también como Administración de Sistemas o Ciencia de la Administración.

La IO por lo general visualiza analíticamente una decisión antes de su adopción. Este abordaje analítico se denomina de diversas maneras: Investigación de Operaciones, (EE.UU), Investigación Operacional (Reino Unido), Ciencia de la Decisión, Ciencia de Sistemas, Modelización Matemática, Ingeniería Industrial, Pensamiento de Sistemas Críticos y Análisis y Diseño de Sistemas. La IO aplicada al proceso de toma de decisiones se distingue de otras herramientas de apoyo porque brinda una evaluación cuantitativa de políticas, planes y decisiones alternativas. Las disciplinas matemáticas más utilizadas en el proceso de modelización aplicada en el ámbito de la IO son entre otras la programación matemática, probabilidad, estadística, teoría de juegos, teoría de grafos, simulación, análisis de decisión. En todos los casos, el abordaje típico de la IO es la construcción de un modelo para el problema que se está analizando. Dicho modelo es por lo general (pero no siempre) matemático. En el seno de la IO se han podido identificar diversos tipos de problemas para los cuales se han desarrollado técnicas prototipo con el propósito de modelar y derivar soluciones. Las aplicaciones prototipo de la IO son entre otras:

- Pronóstico: Utilizar el análisis de series temporales para responder preguntas típicas, como por ejemplo: ¿Cómo será la demanda de productos? ¿Cuáles son los modelos de venta? ¿Cómo afectará las ganancias?
- Finanzas e inversión: ¿Cuánto capital se necesita? ¿Dónde podemos obtenerlo? ¿Cuánto costará? [AMAYA J, 2004]
- Planificación y asignación de mano de obra: ¿Cuántos empleados se necesitan? ¿Qué habilidades deberían tener? ¿Cuánto tiempo trabajarán con nosotros?
- Secuenciamiento y scheduling: ¿Qué tarea es más importante? ¿En qué orden deberían realizarse las tareas?
- Localización, asignación, distribución y transporte: ¿Cuál es la mejor localización para una operación? ¿Qué tamaño deberían tener las instalaciones? ¿Qué recursos se necesitan? ¿Existen deficiencias? ¿Cómo se pueden establecer las prioridades?
- Política de confiabilidad y sustitución: ¿Cómo funciona el equipo? ¿Cuán confiable es? ¿Cuándo debería reemplazarse?
- Control de existencias y falta de stock: ¿Cuántas existencias deberíamos mantener? ¿Cuándo se pide más? ¿Cuánto deberíamos pedir?
- Planificación y control del proyecto: ¿Cuánto tiempo requerirá el proyecto? ¿Qué actividades son las más importantes? ¿Cómo deberían utilizarse los recursos?
- Puesta en cola y congestión: ¿Cuán largas son las colas? ¿Cuántos servidores deberíamos utilizar? ¿Qué nivel de

servicio estamos brindando?

- Reglas de costo-beneficio: Dada la evaluación de los costos y beneficios de diversas alternativas: ¿qué elección debería recomendarse?

El proceso de modelización que sustenta la IO es una de las herramientas innovadoras más importantes para la toma de decisiones del Siglo XXI. Muestra de ello es su empleo en diversos entornos tales como la industria manufacturera, la distribución de productos, en las funciones financieras, así como en la provisión de servicios, entre ellos también la salud y la educación. Existen numerosas áreas de aplicación de las técnicas de optimización en la salud. La maximización del valor esperado, la programación matemática y la investigación heurística están entre las técnicas de optimización más empleadas en la medicina. En la actualidad a ellas se adiciona los análisis multinivel y la minería de datos. Entre las aplicaciones más frecuentes de estas técnicas están la predicción y diagnóstico y la planificación del tratamiento o predicción de manifestaciones clínicas en particular en el campo de la neurociencia. [PARDALOS P, 2002; SAINFORT F, 2004; PARDALOS P, 2004b; FERRIS M, 2003]

También desde la perspectiva de la administración en salud las soluciones desarrolladas desde la investigación operacional representan una oportunidad de desarrollo multidisciplinario, por una parte debido a que los problemas generales de la IO también se encuentran en el seno del sector salud, y por otra parte por ser fuente de herramientas metodológicas con grandes potencialidades para racionalizar y objetivar el proceso de toma de decisiones en salud.

Si bien la mayoría de los problemas tipo antes mencionados tiene su expresión específica dentro del contexto del sector de la salud, no todos han sido abordados con igual intensidad por los profesionales sanitarios. La relación entre IO, salud y toma de decisiones resulta fehaciente cuando de problemáticas centradas en el enfoque del costo-beneficio se trata. Este es uno de los problemas generales planteados desde la IO y que en salud ha sido ampliamente tratado, bien a través de la articulación de estudios de evaluación económica en salud ó mediante los estudios de eficiencia organizacional. Además, se ha observado el beneficio científico de la introducción de técnicas desarrolladas en el marco de la IO que han robustecido estos estudios.

Evaluación económica se refiere al conjunto de procedimientos y técnicas de análisis aplicados con el propósito de comparar el impacto que tienen o podrían tener, diversas alternativas de acción a seguir. En consecuencia, la evaluación económica en salud se define como un método de análisis que consiste en comparar los costos de los programas o acciones de salud con sus consecuencias en términos de mejor salud o economía de recursos, bajo el principio básico de que los beneficios de una intervención o un programa sanitario deben exceder los costos de la misma, o lo que es lo mismo, ante diversas alternativas, se debe elegir aquella con la mejor relación costo-beneficio, o dicho de otro modo, la que permita maximizar el bienestar de la sociedad.

Ahora bien, tradicionalmente la evaluación económica en salud se comenzó a realizar en el contexto de los estudios observacionales empíricos, con lo cual el alcance y oportunidad de sus resultados estaba muy limitado. Por ejemplo, para enfermedades de largo periodos de evolución, como la sífilis, el cáncer de cuello de útero, ó para estrategias de prevención de salud como la inmunización, donde las intervenciones deben realizarse hoy para observar resultados un tiempo después, que puede ser tan largo como 15 años, la realización de evaluaciones económicas estaba sujeta a la obtención de evidencias tanto de los costos como de los beneficios, lo que tomaba un periodo de tiempo tal que se limitaba su utilidad para la toma de decisiones. Otro desafío se ubicó en el contexto del desarrollo de nuevos medicamentos y medios diagnósticos y la necesidad de tomar decisiones al momento del registro sobre el precio y/o la financiación pública de éstos. Usualmente, la decisión debe tomarse sobre la base de resultados obtenidos en condiciones de experimentación (ensayos clínicos controlados) que luego varían considerablemente al medirse en condiciones de la práctica diaria. De ahí que la relación costo-beneficio determinada en el momento del registro perdiera validez. A partir de la segunda mitad del siglo pasado, la incorporación de herramientas propias de la IO como los modelos del tipo árboles de decisión o cadenas de Harkov [MAR J, 2010] vino a ser un solución para parcialmente salvar estos conflictos temporales entre evidencias y toma de decisiones, proponiendo una solución integradora del saber existente e introduciendo el valor esperado y las probabilidades de ocurrencia de los diferentes sucesos como insumos para obtener proyecciones sobre las consecuencias futuras de adoptar decisiones sanitarias en el presente [PRADAS R, 2009; CONSENSUS STATEMENT, 2000].

El empleo de los modelos de decisión se enfoca a la realización de evaluaciones económicas en condiciones de incertidumbre [PHILIPS Z, 2004] a partir de construir una representación del ‘mundo real’ en una estructura [BUXTON MJ,1997] más simple y comprensible. Existe consenso en reconocer su utilidad para extrapolar información primaria más allá de un período de seguimiento de prueba; conectar resultados intermedios con finales; sintetizar y comparar

intervenciones; generalizar de poblaciones generales a específicas; extrapolar datos a diferentes contextos y países, entre otros [BRENNAN A, 2006]. También se reconocen un grupo de limitaciones de cara a las peculiaridades de la realidad sanitaria relacionadas con las suposiciones estructurales que se hacen al construir los modelos, las fuentes de datos y la no consideración del entorno y el dinamismo propio del proceso de atención a la salud. [GAFNI A, 2003; LEE RC, 2003; COOPER NJ, 1997] Durante los últimos 20 años, las herramientas de la IO más empleadas para la evaluación económica han sido los árboles de decisiones y las cadenas de Markov, aunque recientemente también se están empleando modelos de simulación de eventos discretos [RODRÍGUEZ J.M, 2008].

La realización de las evaluaciones económicas en salud sirven al tomador de decisiones como herramienta en al menos tres planos: el central, el local y el individual. En el ámbito central, pueden utilizarse para tomar decisiones sobre la adopción de programas para toda la población de un país o una región y para las decisiones sobre precio y reembolso. En el ámbito local pueden emplearse para la elaboración de guías de tratamiento o en la inclusión de determinados fármacos o intervenciones en los formularios de un hospital o un área de salud. Por último, el plano de decisión individual, brinda información al médico para una prescripción e indicación de proceder a sus pacientes basado no sólo en la evidencia clínica sino en la relación costo beneficio [SACRISTÁN J.A, 2004].

Un área de interés que denota la interrelación existente entre IO, salud y toma de decisiones, es el estudio de la eficiencia organizacional en el contexto de los servicios de salud. La eficiencia, en el contexto sanitario, exhibe una doble condición de fin y medio para lograr el perfeccionamiento de los servicios de salud. Ser eficiente implica lograr la mejor relación recursos resultados. Este campo de estudio ha sido ampliamente beneficiado por el desarrollo de herramientas analíticas basadas en investigación operacional. La medición de la eficiencia organizacional se realiza mediante la cuantificación de los recursos y los resultados, y del establecimiento de la relación entre ellos, para posteriormente realizar una comparación con la realidad que se estudia. Existen varias alternativas metodológicas para la construcción de índices globales de eficiencia. En salud una de las más empleadas tiene sus bases en la investigación operacional: el análisis envolvente de datos (DEA). Este modelo desarrollado por Farrel y colaboradores en 1957 [JACOBS R, 2006] consiste en que dada una situación productiva con múltiples insumos y múltiples productos, se construye en un único índice de eficiencia. Dicho índice se identifica con el valor que maximiza el cociente entre la suma ponderada de resultados y la suma ponderada de recursos de la entidad analizada.

Dado que es característico del contexto de los servicios de salud la presencia de múltiples insumos para generar multiplicidad de productos, ha resultado útil, conveniente y consecuentemente frecuente el empleo del análisis envolvente de datos como técnica para la medición de la eficiencia de instituciones que brindan servicios de atención a la salud [HOLLINGSWORTH B, 2008; GARCÍA-FARIÑAS A, 2009]. En la actualidad se observa un incremento en el número de estudios dirigidos a abordar la eficiencia de las unidades de los diferentes sistemas de salud en el mundo. En los últimos dos años se han realizado investigaciones dirigidas a tal objetivo en países de prácticamente todos los continentes y en entidades de los diferentes niveles de atención. [CESCONETTO A, 2008; AKAZILI J, 2008; RATTANACHOTPHANIT T, 2008; SÁNCHEZ-DELGADO Z, 2008]. Sus resultados han sido de utilidad para la toma de decisiones ya que han revelado las mejores prácticas organizativas, las áreas de resultados aún insuficientes y los recursos sobredimensionados, lo cual ha permitido la reorientación de la gestión de las unidades estudiadas. La información aportada por estos estudios ha sido de reconocida utilidad para funciones de la administración tales como: el control, la asignación de recursos, la planificación considerando la escala, la selección de unidades para inspecciones y la identificación de unidades con buenas prácticas que pueden ser consideradas para la referenciación competitiva.

Otro de los espacios de utilización de las herramientas que aporta la investigación operacional para respaldar la toma de decisión en salud está vinculado con el proceso de planificación, aspecto crítico para cualquier sistema de salud. Respecto de este último aspecto, vale la pena mencionar las experiencias de aplicación de las técnicas de optimización para la determinación de la actividad de un hospital. En este campo algunos autores han propuesto modelos mono-criterio para maximizar la cantidad y calidad de los servicios producidos considerando restricciones presupuestarias, mientras otros, el contexto de hospitales privados, proponen maximizar los ingresos. También se han utilizado modelos multicriterio destacándose los modelos de programación por metas que en la contemporaneidad incluyen elementos de la matemática borrosa para diferentes acciones de planificación por ejemplo: maximizar las horas de atención a los pacientes y la ocupación del personal en un centro de salud, para determinar la combinación de pacientes quirúrgicos que consigue optimizar las horas-quirófano, horas de sala de recuperación-cama y camas del servicio quirúrgico-día, para asignar los horarios de trabajo entre el personal con el objeto de minimizar el costo y cumplir con la atención a los pacientes, determinar la asignación de camas entre los diferentes servicios en un hospital, asignar los recursos en un hospital de

acuerdo con los objetivos estratégicos del mismo, determinar el reparto de presupuesto entre diferentes hospitales, incluso para determinar el plan de producción de un hospital.[JIMÉNEZ LÓPEZ M, 2008] En el nivel primario de la salud también se encuentran aplicaciones como la programación lineal a la planificación de los cuidados de salud en el hogar. [TRABELSI S, 2011] Otros autores han desarrollado sistemas de soporte a la decisión en salud basados en la combinación de varias técnicas como la minería de datos, las técnicas de simulación y las de optimización.[GOMES C, 2011]

Otra de las herramientas de la investigación operacional de utilidad para la toma de decisiones en salud son los modelos multicriterio de toma de decisiones (MCDM) que cada vez más incorporan el Proceso Jerárquico Analítico (PJA). Estos modelos han sido empleados por ejemplo para la evaluación de sistemas de información y tecnología de comunicación (TIC) en un servicio de salud en Chile y donde los resultados brindaron un contexto para tomar decisiones referentes a un sistema de tecnología de la información, caracterizando usuarios y sus necesidades, y permitiendo compensaciones de común acuerdo con los objetivos de la institución. [ODDERSHEDE HERRERAA A, 2008]. Vale la pena señalar que, de acuerdo a lo referido por Sipahi y colaboradores en su revisión de 2010, los sistemas de soporte a la decisión basados en el PJA son cada vez más frecuentes y figuran entre los de mayor utilización en el sector de la salud. [SIPAHI S, 2010].

De esta manera, no son pocas las contribuciones que desde la investigación operacional se han realizado a la mejora del proceso de toma de decisión en salud a cualquier nivel y para una amplia gama de campos. Este incremento dramático en la aplicación de técnicas de optimización para el estudio de problemas médicos y de provisión de servicios de salud ha sido resultado del simultáneo desarrollo de la investigación operacional, de las ciencias de la computación y la necesidad de tomar decisiones cada vez mejor respaldadas en salud. No obstante, todavía quedan procesos de la provisión de servicios de salud en los que falta mucho por trabajar de manera multidisciplinaria, como la modelación de listas de espera o la congestión de los servicios. Además, en la actualidad se adiciona el reto del desarrollo de modelos que se acerquen cada vez más a la “compleja” realidad sanitaria, para lo cual primero se deberá transitar de la comprensión de los fenómenos de una visión determinística y lineal a otra donde predominen las dinámicas no lineales, la consideración de las características del entorno, así como la capacidad de adaptación y de autorganización de los sistemas.

3. CONCLUSIONES

Ninguna sociedad, por más rica que sea, está en posibilidades de asignar a los programas de salud todos los recursos financieros que los médicos y otros profesionales de la gestión sanitaria creen que harían falta para beneficiar a toda la población. Por consiguiente, se necesita contar con elementos racionales para sustentar la toma de decisiones en beneficio de la sociedad. Esa es justamente la importancia de las herramientas que brinda la investigación operacional puesto que ofrece una base más razonable para respaldar la toma de decisiones relacionadas con el uso alternativo de los recursos en materia sanitaria.

**RECEIVED JUNE 2011
REVISED MARCH 2012**

REFERENCIAS

- [1] AKAZILI, J., ADJUIK, M., JEHU-APPIAH, C. and ZERE, E.(2008): Using data envelopment analysis to measure the extent of technical efficiency of public health centres in Ghana. **BMC Int Health Hum Rights**, 20;8-11.
- [2] AMAYA, J. (2004): Toma de decisiones gerenciales. **Métodos cuantitativos para la administración**. Universidad Santo Tomas. Colombia.
- [3] BRENNAN A, AKEHURST, R. (2006).Modelling in health economic evaluation. What is its place? What is its value? **Pharmacoeconomics** ,24,1043-53.
- [4] BUXTON MJ, DRUMMOND MF, VAN HOUT BA, PRINCE RL, SHELDON TA, SZUCS T, VRAY M. (1997): Modelling in economic evaluation: an unavoidable fact of life. **Health Econ** , 6,221-7
- [5] CESCINETTO, A., LAPA JDOS, S., CALVO, M.C.(2008): Evaluation of productive efficiency in the 108 Unified National Health System hospitals in the State of Santa Catarina, Brazil. **Cad Saude Publica**, 24, 2407-17

- [6] COOPER NJ, COYLE D, ABRAMS K, MUGFORD M, SUTTON A.(1997): Use of evidence in decision models: an appraisal of health technology assessments in the UK . **J Health Serv Res Pol**,10,245-50.
- [7] FERRIS, M., LIM, J., AND SHEPARD, D. (2003). Radiosurgery treatment planning via nonlinear programming. **Annals of Operation Research**, 119,247-260.
- [8] GAFNI A, BIRCH S. (2003): Inclusion of drugs in provincial drug benefit programs: should “reasonable decision” lead to uncontrolled growth in expenditures? **CMAJ** ,168, 849-51.
- [9] GARCÍA-FARIÑAS, A. (2009): El análisis envolvente de datos, herramienta para la medición de la eficiencia en instituciones sanitarias, potencialidades y limitaciones. **Revista Cubana de Higiene y Epidemiología**, 47, 13-24
- [10] GOMES C, SPERANDIO F, BORGES J, ALMADA-LOBO B, AND BRITO A. (2011): A Decision Support System for Surgery Theatre Scheduling Problems. **CENTERIS**, Part III, CCIS 221 , 213–222,
- [11] HOLLINGSWORTH, B. (2008): The measurement of efficiency and productivity of health care delivery. **Health Econ**, 17, 1107-28.
- [12] JACOBS, R., SMITH, P.C., STREET, A. (2006): **Measuring efficiency in health care. Analytic techniques and health policy**. Cambridge University Press, Cambridge.
- [13] JIMÉNEZ LÓPEZ M, RIVAS PÉREZ J.A.,ZUBIA ZUBIAURRE M. (2008): Un modelo de programación por metas para la elaboración del contrato-programa de un hospital público. **Cuaderno de Gestión**, 8, 73-88
- [14] LEE RC, DONALDSON C, COOK LS (2003).The need for evolution in healthcare decision modeling. **Med Care**, 41,1024-33.
- [15] MAR, J., ANTOÑANZA, F., PRADAS , R. and ARROSPIDE, A.(2010): Los modelos de Markov probabilísticos en la evaluación económica de tecnologías sanitarias: una guía práctica. **Gac Sanit.**, 24, 209–214
- [16] ODDERSHEDE HERRERAA A, CARRASCO GONZÁLEZ R, AND BARHAM ABU-MUHORC E.(2008): Multi-criteria Decision Model for Assessing Health Service Information Technology Network Support Using the Analytic Hierarchy Process. **Computación y Sistemas**, 12, 173-182
- [17] PARDALOS, P. AND PRINCIPE, J. (eds.) (2002): **Biocomputing**. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam.
- [18] PARDALOS, P., SACKELLARES, J., CARNEY, P., AND IASEMIDIS, L. (eds.) (2004): **Quantitative Neuroscience: Models, Algorithms, Diagnostics, and Therapeutic Applications**. Kluwer Academic Publishers.
- [19] PHILIPS Z, GINNELLY L, SCULPHER M, CLAXTON K, GOLDR S, RIEMSMA R, ET AL (2004): Review of guidelines for good practice in decision-analytic modelling in health technology assessment. **Health Technol Assess**, 8(36)
- [20] PRADAS, R., ANTOÑANZA, F. and MAR, J. (2009): Modelos matemáticos para la evaluación económica: los modelos dinámicos basados en ecuaciones diferenciales. **Gac Sanit**, 23, 473–478
- [21] RATTANACHOTPHANIT, T., LIMWATTANANON, C., LIMWATTANANON, S., JOHNS, J.R., SCHOMMER, J.C. and BROWN, L.M. (2008): Assessing the efficiency of hospital pharmacy services in Thai public district hospitals. **Southeast Asian J Trop Med Public Health**,39, 753-65
- [22] RODRÍGUEZ, J.M., SERRANO A, D., MONLEÓN, T., CAROC, J.(2008): Los modelos de simulación de eventos discretos en la evaluación económica de tecnologías y productos sanitarios. **Gac Sanit**, 22, 151-61

- [23] SACRISTÁN, J.A., ROVIRA,J., ORTÚN, V., GACRIA-ALONSO, F., PRIETOA, L., and ANTOÑANZA,F.(2004): Utilización de las evaluaciones económicas de intervenciones sanitarias. **Med Clin (Barc)**, 122, 789-95
- [24] SAINFORT, F., BRANDEAU, M.,AND PIERSKALLA, W. (eds.) (2004) **Handbook of Operations Research and Health Care**. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam.
- [25] SÁNCHEZ-DELGADO, Z., CHAVIANO-MORENO, M. and GARCÍA-FARIÑAS, A. (2008): Niveles de eficiencia de los policlínicos tipo I en Matanzas. Evolución durante el año 2006. **Revista Cubana de Salud Pública**, 34,7-15
- [26] SIGNATORIES TO THE CONSENSUS STATEMENT ON GUIDELINES ON ECONOMIC MODELLING IN HEALTH TECHNOLOGY ASSESSMENT. (2000): Decision Analytic Modelling in the Economic Evaluation of Health Technologies. A Consensus Statement. **Pharmacoeconomics**, 17, 443-444
- [27] SIPAHI S, TIMOR M. (2010): The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications, **Management Decision**, 48, 775 - 808
- [28] TRABELSI S, LARBI R, AND HADJ ALOUANE A. (2011): Linear Integer Programming for the Home Health Care Problem. **BPM Workshops**, Part II, LNBIP 100, 143–151