

# Introducción a la Economía de la Salud para Ingenieros Biomédicos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA  
FABIOLA MARGARITA MARTINEZ LICONA



Casa abierta al tiempo

## Universidad Autónoma Metropolitana

Dr. Eduardo Abel Peñalosa Castro  
Rector General

Dr. Jose Antonio De los Reyes Heredia  
Secretario General

### UNIDAD IZTAPALAPA

Dr. Rodrigo Díaz Cruz  
Rector

M. en B. E. Arturo Leopoldo Preciado López  
Secretario

Dr. Jesús Alberto Ochoa Tapia  
Director de Ciencias Básicas e Ingeniería

Introducción a la Economía de la Salud para Ingenieros Biomédicos  
Primera Edición 2018

© UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-IZTAPALAPA  
Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Del. Iztapalapa, C. P. 09340,  
México, D. F.

División de Ciencias Básicas e Ingeniería

ISBN Colección: 978-607-28-2107-1

ISBN Volumen: 978-607-28-2140-8

Se prohíbe la reproducción por cualquier medio, sin el consentimiento de los  
titulares de los derechos de la obra

**Impreso en México / Printed in Mexico**

## Introducción a la Economía de la Salud para Ingenieros Biomédicos

Se terminó de imprimir en el mes de octubre del 2018  
En los talleres “Los Cuadernos”, Av. La Purisima Mz. 13  
Lt. 119, Col. Leyes de Reforma. Del Iztapalapa, C.P. 09310  
México, CDMX

La edición consta de 500 ejemplares, más sobrantes para reposición.

## Contenido

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>3</b>
<b>Presentación</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>6</b>
1.1. Introducción a los problemas de salud .....	6
1.2. El papel de la escasez de recursos para la salud .....	9
1.3. La asignación de recursos: tratando de resolver la escasez .....	20
<b>2. El Sistema Económico y los Tipos de Economía</b> .....	<b>24</b>
2.1. El Sistema Económico.....	24
2.2. Sistema Tradicional .....	26
2.3. Sistema de Mando o Planificado .....	27
2.4. Sistema de Mercado .....	28
2.5. Sistema Mixto.....	29
<b>3. Métodos de Evaluación Económica</b> .....	<b>32</b>
3.1. Minimización de costos .....	32
3.2. Costo de Oportunidad .....	34
3.3. Costo Beneficio .....	35
3.4. Costo Efectividad .....	37
3.5. Costo Utilidad.....	39
<b>4. Evaluación Económica de Tecnologías Sanitarias</b> .....	<b>42</b>
4.1. Salud y costos .....	42
4.2. Análisis económicos .....	45
4.3. Metodología.....	49
<b>5. Casos de Estudio</b> .....	<b>62</b>
5.1. Cuantificación de Costos para la Valoración Económica dentro del Proceso de Evaluación de Tecnologías Médicas .....	62
5.2. Análisis de Costos de un Servicio de Radiología Convencional.....	66
5.3. Análisis de los Costos y los Beneficios para la Creación de una Unidad de Quemados.....	76
<b>Índice temático</b> .....	<b>89</b>

## Agradecimientos

Escribir un libro sobre esta temática no habría sido posible sin el apoyo de diversas personas e instancias a quienes les agradezco a continuación.

A la UAM por haberme permitido desarrollar este trabajo al darme la oportunidad de proponer un curso introductorio que aborda los aspectos económicos relacionados con la evaluación de tecnologías médicas y posteriormente impartirlo en varias ocasiones. La experiencia ganada en este tiempo favoreció la generación de ideas para la creación de este libro.

A la División de Ciencias Básicas e Ingeniería por el apoyo en la presentación de los cursos relacionados con gestión tecnológica que se desarrollaron para el programa académico de Ingeniería Biomédica y del cual este libro es una consecuencia.

Al Centro Nacional de Investigación en Imagenología e Instrumentación Médica (CI3M) y en particular a sus integrantes, Dr. Joaquín Azpiroz Leehan, Dr. Miguel Cadena Méndez y Dr. Emilio Sacristán Rock, así como al Ing. Gerardo Urbina Medal por su participación y retroalimentación en la discusión de las ideas que fueron base para la preparación del curso y sus contenidos.

Al Dr. Raúl Molina Salazar por darle sustento a la visión de integrar la Economía de la Salud a la Gestión de Tecnologías Médicas, sus observaciones y comentarios dieron forma a lo que ahora es el curso que se imparte a los estudiantes de Ingeniería Biomédica.

A los alumnos que tuve el honor de dirigir en proyectos que requerían del área de conocimiento de la Economía de la Salud. El trabajo que realizaron fue la mejor motivación y definitivamente conforma el corazón de esta obra:

Maestro en Ingeniería Jair Asis Villanueva Padilla  
Maestra en Ingeniería Norma Patricia Navor Galeana  
Ingeniero Javier Ortiz Sánchez  
Ingeniero Juan Pablo Villalba Chávez

## Presentación

La salud es un concepto difícil de comprender y complejo de analizar. Prácticamente cada individuo puede tener su idea de salud y vivir de acuerdo a ella. El uso de tecnologías en el cuidado de la salud ha permitido abordar un número creciente de padecimientos, mejorar las condiciones de los pacientes e incluso incrementar su expectativa de vida con un cierto nivel de calidad. Dado que cada solución se presenta a un “costo”, resulta muy importante entender la relación que tienen los conceptos de costo y efectos, siendo la Economía de la Salud el área de conocimiento que ha proporcionado los mayores aportes en este sentido.

De manera general el campo de aplicación de la economía de la salud se ha orientado hacia los procedimientos clínicos y planeaciones generales, donde la tecnología se considera parte de éstos. Para el Ingeniero Biomédico la evaluación de tecnología médica es una de las funciones que mayor trascendencia tiene en el ámbito hospitalario y el contar con metodologías y herramientas que le permitan realizarla con eficiencia se ha vuelto una necesidad reconocida internacionalmente. Es claro que en la medida de que se logre mantener un nivel adecuado de gestión del recurso tecnológico se podrá obtener el mayor y mejor beneficio de éste para la población que se atiende en las diferentes instancias de salud.

Este libro introduce al Ingeniero Biomédico en el campo de la Economía de la Salud con la finalidad de darle las bases sobre las cuales pueda empezar a desarrollar evaluaciones económicas dentro del entorno de la gestión del recurso tecnológico de las instancias de salud. Abordando distintos conceptos clave así como exponiendo de manera general los métodos más utilizados para la evaluación económica y algunos ejemplos, el lector podrá tener una visión general del tema que le permitirá ahondar más en los aspectos que le interesen.

El capítulo 1 presenta el concepto de salud y su problemática en términos del balance entre necesidades y recursos. También se expone el concepto de escasez que sienta las bases para el desarrollo de las teorías y los métodos que pretenden resolver el problema de salud. La comprensión de términos como frontera de posibilidades de producción (FPP) y ley de disminución de retorno (LDR) se hace a través de ejemplos de naturaleza clínica y tecnológica para que se pueda apreciar, por medio de la comparación, cómo estos conceptos pueden aplicarse para atender la relación entre necesidades y recursos en el ámbito de las tecnologías médicas. Finalmente se mencionan los tipos de sistemas que tratan de procurar la eficiencia y la equidad en la asignación de recursos. Este capítulo se basa esencialmente en el curso sobre Economía de la Salud que la Office of Health Economics ([www.ohc.org](http://www.ohc.org)) publicó en 2007. El orden de presentación de los conceptos así como el planteamiento de los términos para comprender todo lo relacionado con la escasez resultaron las mejores guías para introducir al lector en el tema a partir del planteamiento del problema de salud.

El capítulo 2 explica el concepto de sistema económico a través de los componentes que lo conforman. Posteriormente se presentan brevemente los tipos de sistemas económicos que han surgido a lo largo de la historia: Sistema Tradicional, Sistema de Mando o Planificado, Sistema de

Mercado y Sistema Mixto. El objetivo es comprender cómo se interrelacionan los recursos con los medios de producción para obtener salidas que son afectadas por la oferta y la demanda, además de apreciar la importancia de estos conceptos que junto con el de escasez determinan el accionar económico de la sociedad. Las diferentes formas en que las sociedades han definido la asignación de recursos para el desarrollo de la producción permiten apreciar de manera general el funcionamiento de los mercados y cómo esta situación se refleja en el diseño y desarrollo y producción de tecnología médica.

El capítulo 3 introduce de manera general los métodos de análisis de costos y efectos más utilizados en evaluación económica en salud. Se expone el concepto y se explican sus características y limitaciones para que el lector pueda tener una visión general del uso de estos métodos así como su aplicación en el caso de la evaluación de tecnologías médicas. Comenzando con la descripción de los conceptos de minimización de costos y de costo de oportunidad, se continúa con la exposición de la metodología para llevar a cabo los análisis de costo-beneficio, costo-efectividad y costo-utilidad comentando algunos aspectos que permita su integración para el caso de análisis de costos en tecnología médica. Este capítulo presenta el tema de manera general, no incluye los detalles de su implementación ni las particularidades de cada método, los cuales quedan fuera del alcance de esta obra.

El capítulo 4 presenta el proceso de evaluación económica para su aplicación a tecnologías médicas. Se estudian los conceptos de salud y costos para posteriormente incorporar el de función de producción para tener una base sobre la cual se desarrolle la evaluación económica. El proceso de evaluación tecnológica tiene como objetivo proporcionar información, con sustento en una metodología sistematizada, al responsable de tomar las decisiones con respecto a la adquisición y disposición de tecnologías de la salud. El aspecto económico es el que impacta con mayor fuerza la decisión por lo que incorporarlo dentro de un marco integrador con los aspectos clínicos y técnicos dará como resultado mejores evaluaciones de tecnologías médicas que aporten elementos para una adecuada toma de decisión. La metodología propuesta se basa en la publicada por el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC) para evaluación tecnológica, a la cual se le adicionaron algunos elementos para la mejor comprensión de cada paso y que tienen que ver directamente con la evaluación económica.

El capítulo 5 expone, a manera de casos de estudio, cómo se pueden aplicar los conceptos económicos a la evaluación de tecnologías médicas. En cada caso se expone el problema y se muestra la metodología utilizada para posteriormente presentar los resultados y desarrollar una breve discusión de los aspectos relevantes encontrados. Si bien no se sigue de manera completa la metodología expuesta en el capítulo anterior, los casos de estudio muestran diferentes formas de aproximar la evaluación económica a través de los elementos estudiados con la finalidad de apreciar las limitantes presentes que se tienen que afrontar al desarrollar una valoración económica al recurso tecnológico.

Este libro forma parte de una serie de títulos cuyo objetivo es orientar el estudio de estos temas de manera sistemática para que el Ingeniero Biomédico pueda desarrollar las habilidades requeridas en funciones tan importantes como la planeación estratégica y la gestión tecnológica.

# 1. Introducción

Uno de los atributos más valiosos que se puede apreciar en una sociedad es la calidad de vida de los individuos que la conforman. A fin de alcanzarla y mantenerla, es un deber de las instituciones públicas como las de salud, educación y justicia, entre otras, proveer y gestionar los recursos para que todos sean beneficiados. La salud es uno de los atributos que más se relacionan con una buena calidad de vida siendo también uno de los conceptos más complejos desde el punto de vista organizacional. Si lo consideramos desde la perspectiva de necesidades y recursos, el concepto de salud trae consigo un desbalance que no permite cumplir con el objetivo de bienestar para la sociedad. Es por eso que se requiere diseñar e implementar estrategias que permitan optimizar el recurso limitado que satisfagan la creciente demanda de servicios de salud.

Es claro que el aspecto económico determina los resultados en cualquier intervención en salud, ya sea individual o colectiva, pública o privada. La economía de la salud es una disciplina que integra las teorías económicas, sociales, clínicas y epidemiológicas a fin de estudiar los mecanismos y factores que determinan y condicionan la producción, distribución, consumo y financiamiento de los servicios en materia de salud [1]. En este capítulo se abordará el problema de salud y el concepto de escasez como bases para el desarrollo de las teorías y los métodos que pretenden resolverlo.

## 1.1. Introducción a los problemas de salud

La condición de salud impacta todos los aspectos de la vida humana. Una persona sana puede trabajar para obtener los medios con la finalidad de vivir e interactuar con otras personas y con su medio ambiente, y así enriquecer su calidad de vida. Su salud es consecuencia de una serie de factores que actúan de manera paralela como la alimentación, la actividad física, la actividad mental y la interacción social con otros. Esta situación permite que la persona pueda desarrollarse en todo su potencial, lo cual a su vez le da oportunidad de avanzar en distintos campos: personal, profesional y por supuesto, financiero.

Por otro lado, una persona enferma tendrá que lidiar con una serie de factores para tratar su condición. La enfermedad no le permite llegar al estado de desarrollo de la misma forma que la persona sana ya que necesitará atender los aspectos que se desprendan de esta situación: consultas y tratamientos médicos, consumo de medicamentos, cambios en el estilo de vida, etc. Es evidente que la enfermedad tendrá un impacto negativo en la situación financiera de la persona, pudiéndole causar con alta probabilidad un deterioro aún mayor en su condición de enfermo, y entrando así en una espiral negativa que incluso pueda llevarlo a la muerte.

Enfermos o sanos, no hay escapatoria de la consulta médica. Todos hemos ido al doctor por lo



menos una vez en nuestra vida; los chequeos médicos y dentales son los más frecuentes, como si fuera nuestro mantenimiento preventivo. Esto no quiere decir que todos lo hagamos. De hecho, es por la falta de una cultura del cuidado de la salud que la sociedad padece más de enfermedades que pueden prevenirse como la obesidad o la diabetes <sup>1</sup>.

Que la salud importa es algo innegable; en 2016 la Cámara de Diputados de México aprobó un gasto superior a 535 mil millones de pesos y en 2017 esta cifra llegó casi a 550 mil millones [2]. Si vemos retrospectivamente que este rubro ha sido uno de los que más financiamiento ha recibido en los últimos años es natural pensar que representa una prioridad dentro de los planes de desarrollo social de las administraciones nacionales <sup>2</sup>. Sin embargo las soluciones propuestas e implementadas no han terminado por satisfacer las necesidades de la población.

El hecho es que

### ***EL CUIDADO DE LA SALUD SE ENCUENTRA EN CRISIS PERMANENTE <sup>3</sup>.***

Tenemos recortes presupuestales debido a ajustes de último momento por causas diversas, regiones donde las condiciones de vida determinan el perfil epidemiológico de la población (por ejemplo las zonas tropicales de las costas mexicanas están al acecho de enfermedades como el dengue o algunos tipos de fiebres), hospitales con número insuficiente de camas que obligan a dejar a los enfermos en los pasillos en espera de atención o tratamiento, gastos muy altos en inversiones mal planeadas de alta tecnología, etc., y la pregunta lógica es **¿por qué?**

¿Por qué si la salud es tan importante para la sociedad nos encontramos en una situación vulnerable? ¿Por qué no hay suficiente dinero para proporcionar el nivel de cuidados de la salud que queremos? ¿Por qué las soluciones propuestas no alcanzan?

Para contestar estas preguntas es necesario introducir y aplicar algunos conceptos económicos, mismos que veremos a lo largo de este libro. Como una primera aproximación a estos cuestionamientos empezaremos por identificar el problema de salud desde la perspectiva del usuario. Si se le preguntara a un número determinado de personas, cuyos perfiles socioeconómicos abarcaran la diversidad de la población mexicana, cuál en su opinión sería el rubro en salud donde se deberían aplicar los presupuestos, encontraríamos una gran variedad de respuestas; de hecho, cada uno de nosotros tendremos a lo largo de la vida diferentes prioridades con respecto a los temas en salud de acuerdo a nuestro contexto inmediato.

Al inicio de nuestras vidas no tenemos conciencia plena de lo que significa estar saludables ya que dependemos totalmente de nuestras madres quienes nos proveen de lo que necesitamos: alimento y descanso. Son ellas las que estarían considerando aspectos de salud perinatal e infantil como los prioritarios, principalmente si los hijos se encuentran con problemas de salud. Conforme vamos creciendo, los aspectos de salud que nos impactan van cambiando. De niños era importante tener nuestro esquema de vacunación cubierto en tiempo y forma, nuestros padres podrían decir que una prioridad en ese momento era tener a la disposición el número suficiente de vacunas para poder cumplir con esa obligación. En la adolescencia vienen temas como la salud sexual y probablemente la reproductiva, se pone más atención a las enfermedades de transmisión

sexual así como a las adicciones. De acuerdo a la profesión que se tenga podrán haber asuntos de salud relacionados que nos interesen; por ejemplo los riesgos asociados al trabajo en una mina no serán los mismos que los que afronte un trabajo de oficina. Hay algunos temas en salud que son comunes a prácticamente todas las personas que laboran, y a muchas que no cuentan con un trabajo, como el estrés y la depresión. Por otro lado, si no se cultivó la cultura de la prevención, a estas alturas de la vida se comienzan a presentar los efectos de enfermedades como la obesidad (que en México se observa desde la niñez) o la diabetes. Hasta hace pocos años se consideraba que la tercera edad era una etapa donde se esperaba lidiar con enfermedades de tipo degenerativo. Ahora se tiene plena conciencia de que, dado que cada vez ingresa un mayor número de personas a esta época de la vida, y muchas de ellas en condiciones bastante favorables, se tiene que considerar una serie de temáticas relacionadas con la calidad de vida para esos años.

### **Y TODO CUESTA**

Es interesante escuchar lo que la gente tiene que decir al respecto. A continuación se presentan algunos argumentos que se han tomado de personas a las que se les ha cuestionado sobre las prioridades en salud <sup>4</sup>:

*"Creo que lo más importante son los tratamientos médicos para los niños. Nosotros como sea ya estamos grandes y ahora les toca a ellos vivir su momento."*

*"Si la gente no cuida de su salud, ¿por qué gastar mis impuestos en campañas de concientización? Es su responsabilidad, no la nuestra."*

*"En lugar de curar a la gente es mejor prevenir. Los tratamientos no garantizan que la gente se cure por lo que es mejor prevenir las enfermedades que curarlas."*

*"El cuidado de la gente que se está muriendo es lo más importante, ¿por qué la gente tiene que sufrir?"*

*"Si un niño no es realmente capaz de sobrevivir una enfermedad, el gasto que se haga para su tratamiento es un desperdicio."*

Lo que se puede apreciar en este pequeño ensamble de respuestas a la pregunta ¿cuál tema en salud es el que se debería atender con mayor prioridad? es que cada argumento es una mezcla de opiniones, juicios de valor y hechos. Desde la perspectiva económica es importante resaltar la diferencia entre estos conceptos.

### **Hecho vs Opinión**

Un hecho es una situación que se puede demostrar como verdadera o falsa independientemente del sistema de valores de la persona que lo presenta y a quien se le presenta. La siguiente afirmación es un ejemplo de hecho:

*"Los especialistas en trasplantes de corazón y pulmón renuncian en protesta a la falta de financiamiento para la gestión de las cirugías que demanda la población."*

Existe la evidencia que puede probar si es cierto o no que hay una falta de financiamiento para realizar todas las cirugías que se requieren por lo que la decisión tomada por los médicos se vuelve independiente del juicio de valor de cada uno de ellos, de la prensa y del público en general. En contraste, la siguiente afirmación es en realidad una normativa basada en los juicios de valor de la persona que la emite:

*"El cuidado de la salud es un derecho básico y debe otorgarse gratuitamente."*

De hecho está en el Artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

*TODA PERSONA TIENE DERECHO A LA PROTECCIÓN DE LA SALUD. LA LEY DEFINIRÁ LAS BASES Y MODALIDADES PARA EL ACCESO A LOS SERVICIOS DE SALUD Y ESTABLECERÁ LA CONCURRENCIA DE LA FEDERACIÓN Y LAS ENTIDADES FEDERATIVAS EN MATERIA DE SALUBRIDAD GENERAL, CONFORME A LO QUE DISPONE LA FRACCIÓN XVI DEL ARTÍCULO 73 DE ESTA CONSTITUCIÓN. (ADICIONADO MEDIANTE DECRETO PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 03 DE FEBRERO DE 1983)*

Dado que el derecho a la salud se encuentra en documentos oficiales, no podemos decir que es verdadera o falsa, simplemente así está dispuesto y fue como resultado de la aplicación de un conjunto de valores establecido en ese entonces por los legisladores para el bienestar social de la población.

Una de las cosas que hace que el debate sobre la prestación de atención de salud se haga difícil es esa mezcla entre lo que se puede demostrar y lo que depende de juicios de valor. Diferenciar entre ambos es un primer paso pero no explica por qué no hay suficientes camas en los hospitales o por qué se le podría negar el tratamiento a la gente. Para analizar esto necesitamos explorar la idea de la escasez.

## 1.2. El papel de la escasez de recursos para la salud

De acuerdo a la Real Academia Española, **escasez** se define como la *"poquedad o mengua de algo, falta de lo necesario para subsistir"* [4]. El concepto detrás de la palabra es de limitación e insuficiencia, de algo que requerimos y que nos hace falta. Desde la perspectiva económica la escasez presenta dos caras: la naturaleza infinita de las necesidades humanas y la naturaleza finita o limitada de los recursos disponibles para producir bienes y servicios. Y esto ¿qué significado tiene para el sector salud? A fin de entender este concepto es necesario analizar las necesidades y los recursos dentro del contexto de los servicios en salud.

## Las necesidades

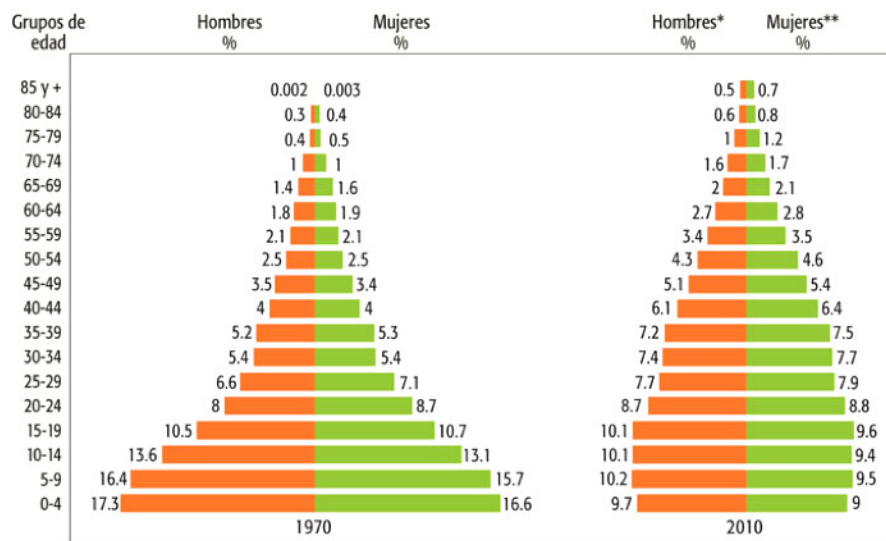
¿Por qué la gente presenta constantemente demandas que van creciendo en tamaño y complejidad y que tienen que ver con el tema de la salud? La respuesta más simple es porque quieren estar saludables. Su deseo es mantenerse en un buen estado físico para lo cual buscan satisfacer los requerimientos de bienes y servicios que buscan dentro del sector salud. Sin embargo, también existen varias razones particulares por las cuales las demandas en salud se han expandido de manera exponencial durante los últimos 50 años en los países en vías de desarrollo:

- Cambios en la estructura de la edad de la población
- Cambios en el perfil epidemiológico de la población
- Incrementos en los ingresos reales
- Mejoras en las tecnologías médicas

Analicemos brevemente cada una de ellas.

### Cambios en la edad de la población

Los cambios que se han generado en el perfil de edad de la población desde hace algunas décadas también han tenido un impacto sobre las demandas en salud. La figura 1 muestra el cambio de forma que han tenido las pirámides de edad de la población mexicana en los últimos 40 años. Las tendencias muestran un proceso de envejecimiento de la gente como consecuencia, por un lado del incremento de la esperanza de vida (ver figura 2) y por otro lado por una mejora en los servicios de salud en general. Esto último no necesariamente implica una mejora en la calidad de dichos servicios.



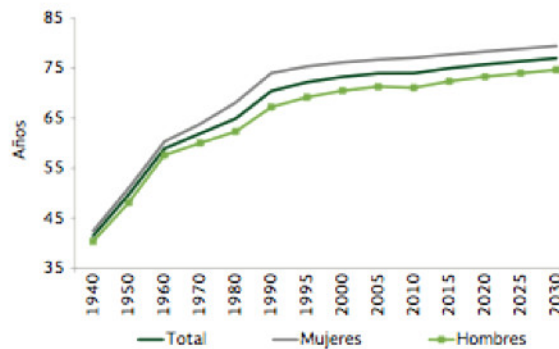
Fuente: INEGI, censos de Población y Vivienda.

\* 1.3% de "no especificado" para hombres.

\*\* 1.2% de "no especificado" para mujeres.

Figura 1. Cambios en las pirámides de edad de la población mexicana 1970-2010 <sup>5</sup>

La atención a la salud de sectores de la población con perfiles sociales específicos y enfermedades emergentes ha sido una constante por lo menos en las últimas dos administraciones: madres adolescentes, poblaciones vulnerables (recién nacidos, comunidades indígenas, individuos en situación de calle, etc.), individuos con capacidades diferentes y adultos mayores. Esto implica una diversificación en los presupuestos para atender las demandas específicas de cada perfil poblacional, lo cual presiona aún más la capacidad de los recursos para satisfacer las necesidades.



Fuente: INEGI 2009 y CONAPO 2013a

Figura 2: Proyección de esperanza de vida para la población mexicana al 2030 <sup>5</sup>

### Cambios en el perfil epidemiológico de la población

El incremento en la longevidad y la disminución en la tasa de fecundidad <sup>6</sup>, se ven reflejados en un envejecimiento poblacional. Esta situación se produce en conjunto con una serie de nuevas costumbres como estilos de vida no saludables (tabaquismo, alcoholismo, sedentarismo, etc.) dando origen a una prevalencia notable de enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes y la obesidad tanto infantil como adulta [5].

### Incremento en los ingresos reales

El incremento en los salarios de los trabajadores origina que aumenten las expectativas de la gente en diversas cuestiones, incluyendo la salud. Por ejemplo, si una persona padece de obesidad mórbida, antes tenía que someterse a un estricto régimen nutricional y de ejercicios; ahora con su nuevo estatus, es decir con un aumento en sus ingresos, esa misma persona estaría considerando una cirugía de bypass gástrico, aunque el procedimiento tenga un costo mucho mayor al de la otra opción.

Esta situación del incremento en los ingresos no se ha dado en la misma proporción ni con la misma velocidad que el incremento en los costos de los tratamientos médicos. Pocas son las personas que actualmente pueden pagar el costo de su propio bolsillo por lo que optan por esquemas de financiamiento, dando lugar a los distintos tipos de seguros médicos que

actualmente existen. Aun contando con este recurso, se pueden presentar enfermedades de alto costo cuyo financiamiento desde el presupuesto del hogar resulta insustentable y cuya atención debería ser prioritaria para el Estado <sup>7</sup>.

## Mejoras en las Tecnologías Médicas

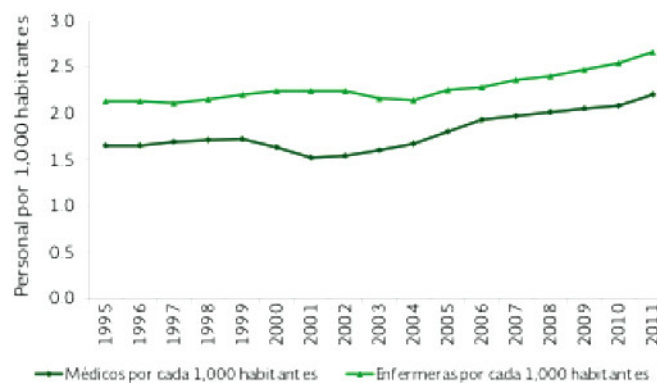
Las mejoras en la tecnología médica para un rango considerable de posibles tratamientos se han incrementado de manera impresionante en los últimos años <sup>8</sup>. Lo mismo sucede con las medicinas, las cuales nos permiten tratar condiciones que antes eran incurables y que ahora derivan en una calidad de vida aceptable a los pacientes. Ejemplos de esto se pueden ver en cualquier hospital de segundo y tercer nivel: equipos médicos de alta tecnología que permiten diagnosticar a un nivel de detalle nunca antes visto, sofisticados y precisos sistemas de tratamiento que se ocupan de atender males que hasta hace poco eran incurables, medicamentos que a corto plazo impactan la condición de enfermedad y la llevan a un nivel bajo control, etc.

## Los recursos

La otra cara de la escasez se relaciona con la naturaleza finita de los recursos. El término *recurso* cubre todos los ingresos utilizados para producir bienes y servicios. Los economistas también refieren este término a los factores de producción, los cuales se dividen en cuatro categorías:

- Tierras.- los recursos físicos del planeta incluyendo los depósitos minerales
- Labor.- recursos humanos en el sentido de la gente como trabajadores
- Capital.- recursos creados por los humanos para ayudar a la producción, tales como herramientas, maquinaria y fábricas
- Empresa.- el recurso humano de organización de los otros tres factores para producir bienes y servicios.

En la figura 3 se puede apreciar un ejemplo de la asignación de recursos humanos, médicos y enfermeras, en hospitales mientras que en la figura 4 se presenta el gasto de bolsillo en salud.



Fuente: OECD (2013a)

Figura 3: Relación de personal médico en contacto con pacientes 1995-2011 <sup>5</sup>

La cantidad disponible de los factores de producción es limitada. De acuerdo a la OCDE, el promedio de médicos practicantes y enfermeras por cada 1,000 habitantes es 3.3 y 9.1 respectivamente, mientras que los números de México son 2.2 y 2.6 respectivamente. Asimismo, el número de camas por cada 1,000 habitantes con las que contaba México al 2013 era 1.6, el valor más bajo de los países miembros cuya media es 4.8. Con respecto a la asignación de recursos, México destinaba al 2013 un 6.2% del Producto Interno Bruto cuando el promedio de la OCDE era 8.9%. Finalmente la estructura del sistema de salud mexicano, la cual consiste en múltiples subsistemas aislados, impacta negativamente en la efectividad, la eficiencia, la calidad, el acceso y la sostenibilidad [6].

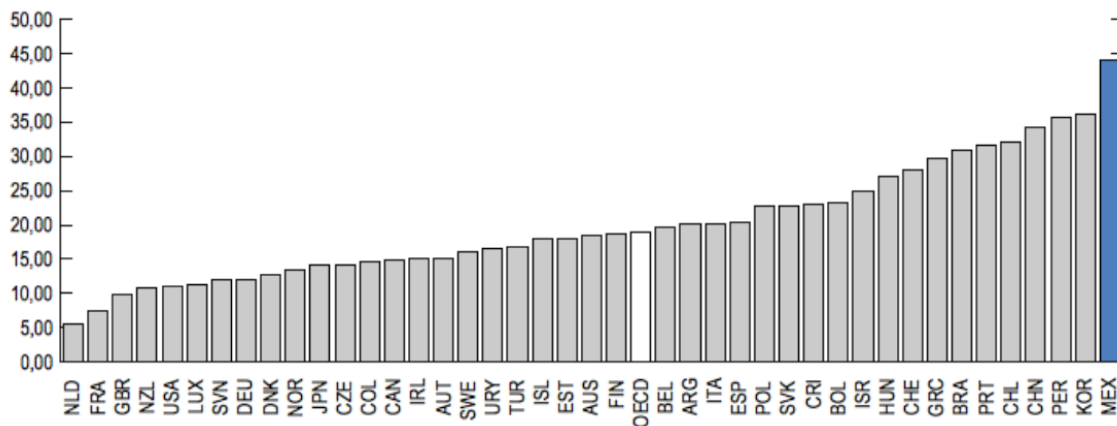


Figura 4: Desembolso personal como porcentaje del gasto total en salud 2012 <sup>9</sup>

Fuente: Base de datos WHO Global Health Expenditure [7].

Podemos explorar esta idea teóricamente utilizando lo que los economistas llaman la Frontera de Posibilidad de Producción, misma que abordaremos a continuación.

### La escasez: una aproximación teórica <sup>10</sup>

La escasez tiene dos caras: la naturaleza infinita de las necesidades humanas y el carácter finito o limitado de los recursos disponibles para producir bienes y servicios. Podemos explorar esta idea teóricamente mediante el uso de lo que los economistas llaman la Frontera de Posibilidades de Producción (Production Possibility Frontier FPP).

### FPP aplicado a los asuntos de salud <sup>11</sup>

A fin de entender este concepto tomemos un par de ejemplos de producción de servicios en salud. Como primer ejemplo consideraremos los servicios de salud otorgados dentro de un hospital, en

particular la capacidad de una unidad hospitalaria específica para llevar a cabo procedimientos quirúrgicos tales como las cirugías de bypass cardíaco. Supongamos que la unidad de derivación cardíaca, la que se encarga de gestionar las cirugías de bypass cardíaco, tiene 10 cirujanos trabajando en ella, y que el único factor que afecta a la cantidad de cirugías previstas es el número de cirujanos asignados a ellas. Si todos los cirujanos son asignados a las operaciones de bypass cardíaco, la unidad puede llevar a cabo 50 cirugías cardíacas por semana. Si, por otra parte, todos los cirujanos son asignados a otras operaciones, entonces la unidad puede llevar a cabo 50 de estas otras cirugías por semana.

La figura 5 muestra la frontera de posibilidades de producción (FPP) para esta unidad. La gráfica muestra todas las posibles combinaciones de los máximos de cirugías que la unidad puede alcanzar dada la cantidad y la productividad de los recursos disponibles.

### La forma de la gráfica

¿Qué información nos proporciona la gráfica? La forma de ésta es de una línea recta con una pendiente de -1. Esto refleja el hecho de que si transferimos un cirujano de la unidad de derivación cardíaca que está realizando otras cirugías a que haga bypass cardíaco, obtendremos cinco cirugías cardíacas adicionales, pero perderemos cinco de las otras operaciones, es decir, el equilibrio entre las dos posibilidades es de uno a uno. A este fenómeno de sustituir unidades de un bien producido, por unidades de otro a lo largo de una FPP se le llama la tasa marginal de transformación (Marginal Rate of Transformation, MRT).

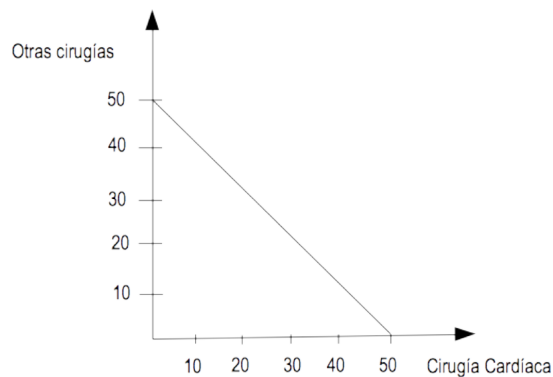


Figura 5: FPP del ejemplo de la Unidad de Derivación Cardíaca.

De hecho, es muy poco probable que la tasa marginal de transformación sea constante. Los cirujanos que llevan a cabo operaciones de bypass cardíaco estarían trabajando con una cantidad fija de quirófanos, monitores cardíacos y otros insumos. Así que entre mayor sea el número de cirujanos que realizan bypass cardíaco, menor será el número de equipos para cada uno de ellos porque éste es un número fijo; por lo tanto la *productividad* por cirujano decrecería.

Así, el número de cirugías de bypass adicionales realizadas por un cirujano extra es diferente dependiendo de cuántos cirujanos estén realizando bypass en ese momento. Si ya hay una gran cantidad de cirujanos realizando operaciones de bypass, el cirujano adicional crea sólo un



pequeño incremento en el número de estas cirugías. La situación ocasiona que la FPP se doble hacia afuera, haciéndola cóncava, y que disminuya la producción de cirugías cardíacas tal como se presenta en la figura 6. El incremento es más pequeño al que hubiera si solo algunos cirujanos estuvieran haciendo bypass.

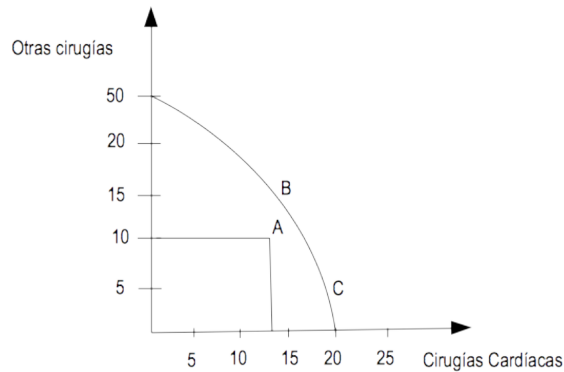


Figura 6: LDR del ejemplo de la Unidad de Derivación Cardíaca.

La Ley de la Disminución de Retorno (Law of Diminishing Return LDR) describe la situación cuando la colocación de unidades adicionales de producción que va más allá de un cierto umbral ocasiona que la producción no aumente en la misma medida por el uso de los recursos existentes. La LDR modifica la FPP de tal forma que la hace cóncava al origen como lo representa la figura 6. A partir de esta figura podemos analizar diferentes conceptos relacionados con la relación entre las demandas en salud y los recursos para satisfacerlas.

## Eficiencia

Consideremos el punto A en la figura 6. Este corresponde a 14 cirugías de bypass combinadas con 10 de las otras cirugías. Esta situación se encuentra dentro de la zona cubierta por la FPP, la curva que pasa por los puntos B y C. Es evidente que esto es una combinación posible en el sentido de que el hospital cuenta con los recursos suficientes para lograrlo pero, ¿es una combinación eficiente? ¿Qué entendemos por eficiente?

La definición de eficiencia utilizada en economía es la que formuló el economista italiano Wilfredo Pareto. Él dijo que una asignación de recursos es eficiente si no es posible cambiar esa asignación para que una opción sea mejor sin que alguna otra empeore [7].

Al observar la combinación que se presenta en el punto A, se puede pensar en volver a organizar los recursos del hospital para aumentar el número de otras operaciones sin tener que reducir el número de cirugías cardíacas. Esto se muestra en el punto B de la figura 6. Pasar de la combinación A a la combinación B está claramente en el interés de la sociedad: estamos recibiendo cinco cirugías extra de otro tipo, es decir más atención médica, sin dejar de atender las cirugías de bypass cardíaco que como máximo se pueden ofrecer con nuestros escasos recursos.

## **Costo de oportunidad**

De hecho en el punto B estamos recibiendo una combinación posible maximizando los recursos que tenemos. Se trata de una asignación eficiente de Pareto. Si optamos por pasar de la combinación B a la combinación C, entonces, a pesar de que estamos consiguiendo cinco cirugías de bypass adicionales, esto ha sido a costa de diez de las otras operaciones. Por lo tanto pasar de la combinación B a la C implica un costo, el cual los economistas llaman costo de oportunidad. Formalmente, el costo de oportunidad queda definido como el beneficio obtenido al no elegir la mejor alternativa. En este caso, el costo de oportunidad de pasar del punto B al C son diez cirugías no cardíacas. Todas las combinaciones que se encuentran dentro de los límites del FPP son, por definición, Pareto eficientes.

## **Cómo obtener más tratamientos**

Sólo hay dos formas en que la sociedad puede obtener más tratamientos:

I. Mediante la mejora de la productividad de los factores de producción, de modo que la misma cantidad de factores produzca más tratamientos. Por ejemplo, la figura 7 muestra que los cirujanos son capaces de producir o bien 20 de bypass cardíaco o 20 de las otras cirugías. Aumentando la productividad de los cirujanos que realizan el bypass cardíaco hace que la FPP tenga un pivote hacia afuera, es decir, 30 cirugías cardíacas por 20 de las otras.

II. Mediante el aumento de la cantidad de los factores de producción. La posición inicial es de nuevo 20 cirugías de bypass cardíaco o 20 de otras cirugías. Cuando más cirujanos se asignan a todas las operaciones entonces la FPP se desplaza hacia el exterior. Por ejemplo, la figura 8 muestra el caso de 24 cirugías cardíacas o 24 de otras.

## **El costo de más tratamientos**

Las FPP que hemos estado utilizando se relacionan con la elección entre los diferentes tipos de servicios de salud. Pero podemos utilizar igualmente el análisis de la FPP para ilustrar el equilibrio entre la atención de salud y todos los demás bienes y servicios. Tal FPP se muestra en la figura 9. En este caso el punto A corresponde a la asignación de la totalidad de los recursos para la salud en detrimento de las demás demandas de la sociedad. El punto B representa el caso donde se le da la prioridad a los bienes y servicios al costo de no tener recurso en salud.

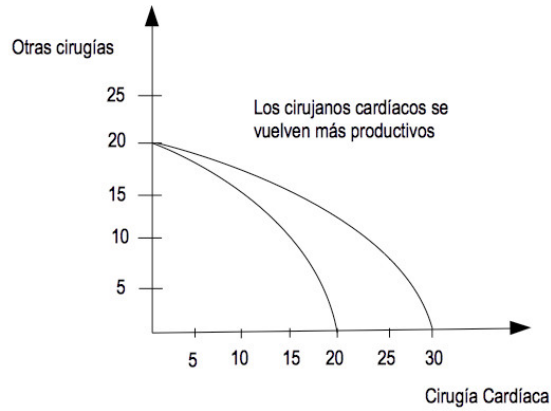


Figura 7: Efecto de la mejora de la productividad de los factores de producción en la FPP.

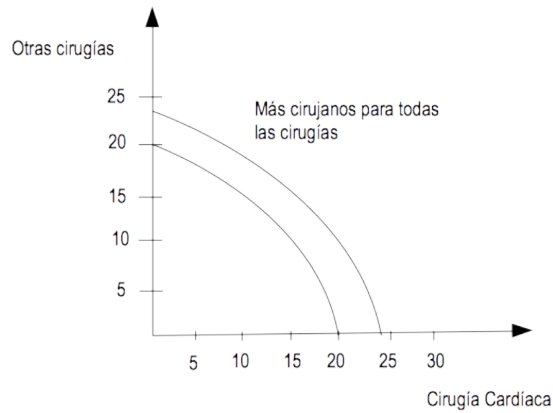


Figura 8: Efecto del aumento de los factores de producción en la FPP.

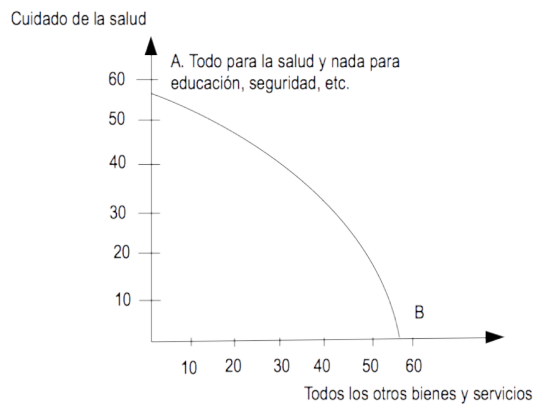


Figura 9: Efecto del costo de más tratamientos en la FPP.

Es poco probable que la sociedad elija cualquiera de los puntos A o B, sin embargo tanto ellos como todos los puntos intermedios son factibles. La cuestión es cómo decide la sociedad entre ellos.

Nuestro segundo ejemplo está más relacionado con las funciones del Ingeniero Biomédico dentro del hospital. Consideraremos la capacidad de un Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB) para llevar a cabo los mantenimientos preventivos de los equipos de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) de la institución. Supongamos que el DIB tiene 5 técnicos dedicados a los mantenimientos preventivos (MP) y que el único factor que afecta la cantidad de MP que se realizan es el número de técnicos asignados a ellos. Entonces, si todos los técnicos son asignados a los MP de la UCI, el DIB puede realizar 25 MP a la semana en esa área. Si, por otro lado, los técnicos son asignados a los MP de equipos de otros servicios, el DIB puede llevar a cabo 25 MP a la semana en otros servicios del hospital.

La figura 10 muestra la frontera de posibilidades de producción (FPP) para esta función del DIB. En la gráfica se pueden encontrar todas las posibles combinaciones del número máximo de MP que el DIB puede realizar en función de la cantidad de técnicos y la productividad de los mismos de acuerdo a nuestra hipótesis. En este caso la tasa marginal de transformación (MRT) sería 1:1 ya que el incremento de los MP que se pueden realizar en la UCI representa un decremento en los MP realizables en otros servicios.

¿Qué pasa si cada técnico tiene la capacidad de realizar 2 MP al día? La relación entre MP en UCI y otros servicios se mantiene 1:1 ya que ahora la productividad semanal sería de 50 MP. El ejemplo está muy simplificado ya que existen otras variables que determinarían los valores reales de la FPP y la MRT (complejidad del MP, naturaleza del servicio, disponibilidad de materiales para realizarlos, etc.). De hecho la MRT queda fuertemente sujeta a la disponibilidad de los recursos con los que los técnicos realizan el MP y del tiempo que invierten en desarrollarlos.

En la figura 11 se puede apreciar el efecto sobre la decisión de aumentar los MP en la UCI o en otras áreas clínicas. El punto A se encuentra dentro de la zona Pareto eficiente e indica que se pueden realizar 12 MP en UCI y 14 en otros servicios utilizando los recursos con los que cuenta el DIB (materiales y humanos). El punto B indica que manteniendo el número de MP en la UCI con las capacidades del DIB podemos incrementar los MP en otros servicios clínicos, mientras que el punto C muestra que se puede incrementar ligeramente el número de MP en la UCI manteniendo los que se hacen en otros equipos. Ambas situaciones también son Pareto eficientes ya que se encuentran en la FPP y pueden utilizarse como herramienta para la planeación de los recursos que el DIB necesita para cubrir una meta de productividad en lo que se refiere a los mantenimientos preventivos.

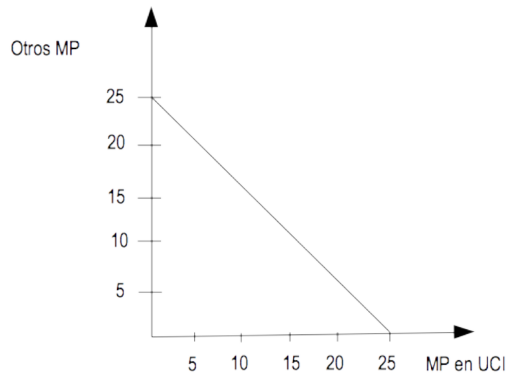


Figura 10: FPP del ejemplo del Departamento de Ingeniería Biomédica.

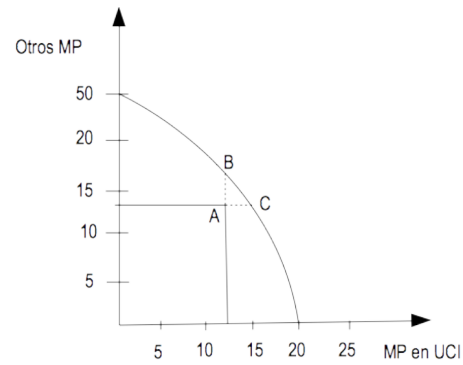


Figura 11: LDR del ejemplo del Departamento de Ingeniería Biomédica.

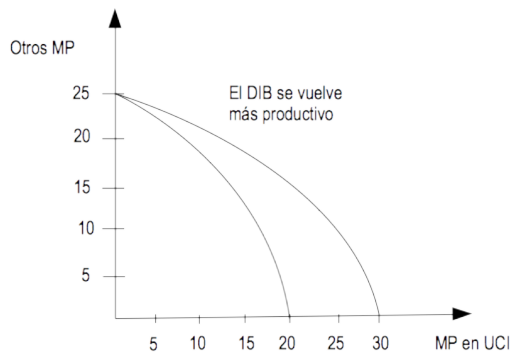


Figura 12: Efecto de la mejora de la productividad de los factores de producción en la FPP



Figura 13: Efecto del aumento de los factores de producción en la FPP

¿Cómo mejorar la productividad del DIB en cuanto a los mantenimientos preventivos? En la figura 12 se muestra el caso del efecto de los factores de producción. Si consideramos el tiempo que le toma a un técnico realizar el MP a cada equipo de la UCI se puede configurar una agenda de mantenimientos en esa área de tal forma que pueda realizar el mayor número posible de MP en el día. El resultado sería un aumento en los MP de la UCI sin afectar los mantenimientos de equipos en otras áreas. Un factor importante a considerar es que los MP suelen ser programados con anticipación y que son actividades cuya frecuencia de ocurrencia no es alta (una vez cada  $n$  meses para cada equipo). La figura 13 presenta el efecto del aumento de los factores de producción; si se contratan más técnicos para la realización de esta función, y dado que ya se identificó la productividad máxima del DIB con los recursos actuales, se puede proyectar el beneficio en los MP en los demás servicios clínicos del hospital.

Queda claro que uno de los principales problemas en la economía en general, y en la de la salud en lo particular, lo representa la asignación de los recursos limitados para atender las demandas en tiempo y forma.

### 1.3. La asignación de recursos: tratando de resolver la escasez

Dada la situación de escasez en la que hay un desequilibrio entre las demandas y los recursos, lo que necesitamos es un sistema de asignación de estos últimos que se encargue de la toma de decisiones para determinar cuánto y qué tipo de bienes y servicios a la atención de la salud se debe proporcionar. Hay tres posibilidades: el libre mercado; el sistema de comando; y el sistema mixto.

El libre mercado asignaría recursos de atención de salud de acuerdo al comportamiento de consumo del individuo, mientras que el modelo de comando utilizaría la planificación para asignar los recursos a la salud de acuerdo con algún criterio predeterminado, como por ejemplo la "necesidad". El sistema mixto combinaría partes del libre mercado con elementos del modelo de comando.

Independientemente del régimen de asignación de recursos elegido, hay dos criterios que podemos tomar como referencia para determinar si dicha asignación satisface las necesidades detectadas con los recursos disponibles.

#### **Eficiencia**

¿Cómo puede la sociedad decidir cuál de estos sistemas es el más adecuado en cada caso? Uno de los criterios tiene que ver con la eficiencia.

El sistema de asignación de los recursos debe ser eficiente desde la perspectiva de Pareto, por lo que debe estar colocado en la región delimitada por la FPP. Si la asignación es eficiente entonces la asignación económica está produciendo exactamente la cantidad y el tipo de bienes y servicios en atención a la salud que la sociedad quiere (eficiencia por asignación) y al mismo tiempo está produciendo esos bienes y servicios con el costo más bajo posible (eficiencia por producción).

#### **Equidad**

¿El sistema produce una asignación de recursos que satisface los requerimientos de la sociedad de manera justa? Aquí entra en juego el segundo criterio que es la equidad. Dado el cuestionamiento puesto al inicio, el tema de la equidad es de naturaleza normativa: la decisión depende de los valores de las personas y es a la vez un tema muy sensible por las connotaciones que salud y justicia pueden llegar a tener a los ojos de los diferentes perfiles de la población. Es posible argumentar, por ejemplo, que las nociones de justicia social fueron la influencia más importante que dieron lugar a la creación del Sistema Nacional de Salud en muchos países (en México es hasta un derecho constitucional).

La equidad es un concepto difícil de analizar, pero podemos diferenciar entre equidad horizontal y vertical para comprender sus alcances [10]. La equidad horizontal se refiere a la igualdad en el trato ante una necesidad igual; esto significa que para ser horizontalmente equitativos, el sistema de asignación de recursos en salud debe tratar a dos personas con la misma queja de forma idéntica.

La equidad vertical, por otro lado, se refiere a la medida en que dos individuos que son desiguales deben ser tratados de manera diferente. En el caso de los cuidados a la salud esta situación se traduce en un trato diferenciado para necesidades que no son iguales. Por ejemplo se puede hablar de un número mayor de tratamientos para las personas con enfermedades graves que para las que tienen malestares menores, o basar el financiamiento de la asistencia sanitaria en la capacidad de pago, por ejemplo, a través de seguros de gastos médicos previamente contratados o de algún tipo de impuesto.

Estos mecanismos se pueden analizar comparativamente a través del estudio de los tipos de economías que han ejercido su influencia en las decisiones a lo largo de la historia.

## NOTAS

1. De acuerdo a la OMS la diabetes tipo 2 representa alrededor del 90% de la población mundial que padece esta enfermedad, la cual se ha incrementado en la población infantil y adolescente. Asimismo, la OMS establece que con 30 minutos de actividad física de moderada a intensa **al día** y una dieta saludable es posible reducir de manera drástica los riesgos de desarrollar este tipo de diabetes. < <http://www.who.int/features/factfiles/diabetes/en/>>

2. De acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, Estudios de la OCDE, en México la inversión pública en el Sistema de Salud se incrementó de 2.4% a 3.2 % del producto interno bruto (PIB) entre 2003 y 2013. En contraste, el Banco Mundial reporta que el gasto en educación para el mismo período disminuyó de 5.18% a 4.74% del PIB, aunque para 2014 tuvo un repunte para ubicarse en 5.3%.

Referencias:

<<https://www.oecd.org/health/health-systems/OECD-Reviews-of-Health-Systems-Mexico-2016-Assessment-and-recommendations-Spanish.pdf>>

<<https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS?end=2014&locations=MX&start=2003>>

3. Enunciado contundente del Office of Health Economics, The Economics of Healthcare, 2007.

< <https://www.ohe.org/publications/economics-health-care>>

4. Algunos de los comentarios fueron tomados de los que aparecen en [3]

5. Todas estas figuras están tomadas de los Programas Sectoriales de Salud 2006-2012 y 2013-2018. Referencias: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/comp/pro170108.pdf>  
[http://www.dged.salud.gob.mx/contenidos/dged/descargas/index/ps\\_2013\\_2018.pdf](http://www.dged.salud.gob.mx/contenidos/dged/descargas/index/ps_2013_2018.pdf)

6. En 50 años la tasa global de fecundidad ha disminuido de 7 a 2.21 hijos por mujer de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Fuente:

< [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015\\_07\\_1.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015_07_1.pdf)>

7. Federico Tobar enumera las características de las enfermedades de alto costo o catastróficas considerando aspectos epidemiológicos, financieros y de legislación [9]:

- a. Son de baja incidencia y su tratamiento se concentra más en los cuidados paliativos.
- b. Son patologías cuyo tratamiento implica una dedicación financiera considerable dejando a las familias en estado de insolvencia temporal o definitiva.
- c. Suelen ser enfermedades crónico degenerativas o infectocontagiosas causantes de discapacidad y muerte.
- d. La curva de gasto presenta el fenómeno de “reversión lenta a la media”, es decir, el cambio en los gastos incurridos se desarrolla de manera muy lenta.
- e. La mayor parte del gasto se destina a los medicamentos
- f. Su cobertura se define por vía judicial

8. De acuerdo al Cleveland Clinic, en 2016 las 10 innovaciones tecnológicas que habían tenido mayor impacto en el cuidado de la salud son:

1. Desarrollo rápido de vacunas enfocadas a las epidemias
2. Ensayos clínicos basados en genómica
3. Edición genética utilizando CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats)
4. Sistemas de purificación de agua para la prevención de enfermedades infecciosas
5. Pruebas de DNA fetal de células libres
6. Monitoreo del cáncer mediante análisis de biomarcadores de proteínas
7. Articulaciones artificiales controladas naturalmente
8. Primeros tratamientos para HSDD (hypoactive sexual desire disorder) en premenopausia
9. Monitoreo remoto sin fricción
10. Recuperadores neurovasculares de stent

Fuente:

<[http://innovations.clevelandclinic.org/Summit-\(1\)/Top-10-Innovations/Top-10-for-2015-\(1\).aspx -.VkoDb0uvL9h](http://innovations.clevelandclinic.org/Summit-(1)/Top-10-Innovations/Top-10-for-2015-(1).aspx-.VkoDb0uvL9h)>

9. La gráfica muestra datos comparables entre países. Sin embargo, de acuerdo al IMSS, estas cifras subestiman el gasto en salud de México como proporción del PIB (que debería ser de 8.6%), y sobreestiman los desembolsos personales como proporción del gasto total en salud (que debería ser de 37%), según el propio IMSS. Ello se debe a que instituciones públicas, como el IMSS o ISSSTE, pueden comprar medicamentos a precios más bajos. Una vez que los precios que paga el sector privado son considerados en este cálculo, el gasto público en salud tiende a incrementarse, lo cual resulta en la disminución del monto total de desembolsos personales como proporción del gasto total en salud.

Fuente: Base de datos WHO Global Health Expenditure.

10. Para ser lo más claro posible, esta sección se basa esencialmente en la correspondiente presentada en [3], pp.7-9, en lo que se refiere al primer ejemplo. El caso relacionado con Ingeniería Biomédica se desarrolla siguiendo los mismos pasos que el primero con la intención de



partir de una base sólida y conocida y de ahí explorar las particularidades que se presentan al intercambiar el sujeto del estudio de seres humanos a tecnologías médicas.

11. Las figuras 5 a 9 se basaron en [3], mientras que las figuras 10 a 13 son de elaboración propia, pero también basadas en [3].

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Collazo Herrera M., Cárdenas Rodríguez J., González López R., Miyar Abreu R., Gálvez González A. M., Cosme Casulo J., (2002). *La economía de la salud: ¿debe ser de interés para el campo sanitario?* Revista Panamericana de Salud Pública, 12(5):359–364.
- [2] Cámara de Diputados LXIII Legislatura. (2017). Presupuesto Público Federal para la FUNCIÓN SALUD, 2016-2017. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/se/SAE-ISS-10-17.pdf>
- [3] Office of Health Economics, *The Economics of Healthcare*, 2007, pp.4. Disponible en <https://www.ohe.org/sites/default/files/TheEconomicsofHeathCare2007.pdf>
- [4] Real Academia Española, *Diccionario de la Lengua Española*, 2015. Disponible en <http://lema.rae.es/drae/srv/search?id=leP7iltCGDXX2L9LMQ0U>
- [5] Gobierno de la República. (2013). Plan Sectorial de Salud 2013-2018. Disponible en: [http://www.dged.salud.gob.mx/contenidos/dged/descargas/index/ps\\_2013\\_2018.pdf](http://www.dged.salud.gob.mx/contenidos/dged/descargas/index/ps_2013_2018.pdf)
- [6] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, *Estudios de la OCDE sobre los Sistemas de Salud México. Resumen ejecutivo y diagnóstico y recomendaciones*, 2016, pp. 12-14. Disponible en <https://www.oecd.org/health/health-systems/OECD-Reviews-of-Health-Systems-Mexico-2016-Assessment-and-recommendations-Spanish.pdf>
- [7] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, *Estudios económicos de la OCDE México*, 2015, pp. 36. Disponible en [http://www.oecd.org/economy/surveys/Mexico-Overview-2015\\_Spanish.pdf](http://www.oecd.org/economy/surveys/Mexico-Overview-2015_Spanish.pdf)
- [8] [7] Black J. Hashimzade N., Myles G. *A Dictionary of Economics*, 3rd Ed.(2009). Oxford University Press.
- [9] Tobar, F. (2010). *La enfermedad como catástrofe*. Disponible en <http://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/enfermedadcomocatastrofe.pdf>
- [10] OPS/OMS (1999). Principios y conceptos básicos de equidad y salud. División de salud y desarrollo humano. Disponible en: <https://tinyurl.com/y7wfyv6>

## 2. El Sistema Económico y los Tipos de Economía

La evolución de la humanidad se ha desarrollado alrededor de actividades básicas que le han permitido adaptarse a su entorno y prevalecer ante las circunstancias que la rodean. El asentamiento de las comunidades como resultado del desarrollo de actividades agrícolas y de domesticación animal en primera instancia, le permitió crecer y consolidar su presencia y dominio en el mundo. A través del tiempo se ha demostrado que la organización de los recursos es una de las formas más certeras de satisfacer las necesidades de consumo básico y una base para el desarrollo económico.

En este capítulo se presenta el concepto y los tipos de sistemas económicos que han surgido a lo largo de la historia. El análisis de estos sistemas permitirá tener una visión de cómo se distribuyen los recursos y por qué los conceptos de escasez, oferta y demanda son tan importantes. Entender las diferentes formas en que las sociedades han determinado la organización de la producción y la asignación de los recursos nos permite tener una visión inicial de cómo funcionan los mercados y la manera en que esta situación se refleja en el diseño, desarrollo y producción de tecnología médica.

### 2.1. El Sistema Económico

El sistema económico establece el marco de referencia bajo el cual se desarrollan las actividades económicas. Morris Bornstein lo define en los siguientes términos:

*"Los sistemas económicos son arreglos históricamente constituidos a partir de los cuales los agentes económicos emplean recursos e interactúan por vía de la producción, la distribución y el uso de los productos generados dentro de mecanismos institucionales de control y disciplina. Dichos mecanismos involucran desde el empleo de los factores productivos hasta las formas de actuación, las funciones y los límites de cada uno de los agentes."*<sup>1</sup>

De acuerdo con este concepto, el sistema económico se describe a partir de tres elementos: los agentes económicos, los recursos y los mecanismos institucionales. Los recursos son la materia prima con la cual se desarrollarán, a partir de la aplicación de los agentes económicos, los productos y servicios. Los agentes económicos, también llamados factores de producción, son los responsables de la actividad económica. Se trata de los elementos que se ocuparán para la producción de bienes y el desarrollo de servicios que a su vez serán la base de las transacciones entre las comunidades. Como ejemplos de factores de producción se pueden mencionar el trabajo, el capital, la tecnología y las organizaciones empresariales. El intercambio, el consumo y la acumulación son posibles gracias a la combinación de estos elementos y su grado de eficiencia es directamente proporcional al de la producción, por lo cual se puede decir que son los factores de producción los que en gran medida determinan la dinámica del sistema económico. Los mecanismos institucionales están para organizar los otros elementos a partir del establecimiento

de las áreas de competencia de cada agente de producción así como de los valores de referencia y las reglas de conducta que, en su conjunto definen el sistema.

Rosetti establece claramente la relación que llevan estos tres elementos cuando menciona que

*"Los agentes económicos deciden las formas de empleo y de destino de los recursos y la composición de los productos generados, generan y se apropian de diferentes categorías de ingresos; intercambian, consumen, acumulan y actúan de acuerdo con un conjunto de instituciones que respaldan y dan forma a sus interacciones."*<sup>2</sup>

Es claro el papel protagónico de los agentes económicos dentro del funcionamiento de los sistemas que describen nuestras economías. Ahondando un poco más en este factor, se pueden identificar de manera general tres grupos de agentes económicos en función de su área de interacción y del impacto que tienen dentro de la sociedad: unidades familiares, empresas y gobierno [1].

### **Unidades familiares**

Desde la perspectiva económica las unidades familiares abarcan todos aquellos tipos de unidades en las que la sociedad se encuentra segmentada. Éstas incluyen individuos, familias, grupos sin lazos de parentesco, unidades domésticas como cooperativas o cualquier otra forma de agrupamiento que cuente con una o más personas económicamente activas y que proporcionen recursos para los procesos productivos en las diversas actividades económicas. Se caracterizan por poseer y proporcionar recursos para la producción, poseer diferentes formas de ingresos y decidir la manera en que estos ingresos van a ser utilizados. Es precisamente la capacidad de elección sobre la fuente del ingreso y la de decisión sobre el uso de éste las que determinan en gran parte el comportamiento del consumo convirtiéndolas en sus principales características económicas. Este efecto se puede apreciar en la encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares (ENIGH2014) donde se reporta una disminución en el gasto y el ingreso en 5.1 y 3.5 % respectivamente con respecto a 2012. Ahí mismo también se muestra que el rubro de gastos que más resintió esta disminución fue el del vestido y calzado mientras que el de vivienda y combustibles tuvo un pequeño aumento [2].

### **Empresas**

Se les conoce como los agentes económicos en los que convergen los recursos de producción. La organización de estos agentes determinan la manera en que se atenderán las necesidades de consumo y acumulación de la sociedad. La diversidad de empresas que pueden establecerse es el resultado de combinaciones entre tamaño, estatutos jurídicos, origen, formas de gestión y naturaleza de los productos. En el caso de México, como resultado de los censos económicos de 2014 se encontró que las microempresas, definidas como aquellas que emplean hasta 10 personas, aportan un 10% de la producción en contraste con un 64% que es el aporte de las grandes empresas, las cuales cuentan con más de 250 empleados. Casi la mitad de las unidades económicas se dedican al comercio (48.3%) mientras que el 38.1% de ellas se dedica a los servicios privados no financieros, un 11.6% a las industrias manufactureras y un 2% a otros rubros productivos [3].

## Gobierno

La definición más precisa de este agente económico la cita Rosetti de Edey y Peacock<sup>3</sup>. El gobierno es

*"un agente colectivo que contrata directamente el trabajo de unidades familiares y que adquiere una parte de la producción de las empresas para proporcionar bienes y servicios útiles a la sociedad como un todo. [...] Sus ingresos resultan de impuestos sobre el poder adquisitivo de las unidades familiares y las empresas, hechas por medio del sistema tributario y la mayor parte de sus gastos se caracteriza por pagos efectuados a los agentes involucrados en la administración de bienes y servicios a la sociedad."*

De acuerdo con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), en el período comprendido entre enero y julio de 2015 los ingresos tributarios presentaron un crecimiento de 28.7% real para generar recursos para las arcas federales por 1 billón 415,023.9 millones de pesos<sup>4</sup>. Con respecto al uso de estos ingresos, la SHCP reporta la distribución del pago de impuestos de manera anual desde el año 2000, el último reporte corresponde a 2012 y fue liberado en enero de 2015 [4].

El sistema económico nos muestra el esquema general sobre el cual sus interacciones quedarán definidas a partir de la manera en que se organicen los agentes económicos; en muchos casos esta organización responde a intereses más bien políticos que sociales. De manera general, se puede decir que existen cuatro sistemas económicos que han regido las actividades de la humanidad: tradicional, de comando, de mercado y mixto. Cada uno de ellos ha tratado de organizar el intercambio de bienes y servicios a través de mecanismos que en su momento se consideraron adecuados para lograr dicho objetivo. Como todas las actividades humanas han evolucionado para ajustarse a los cambiantes escenarios que se presentan, estos sistemas también han sufrido cambios como consecuencia del papel que la economía sigue jugando en aspectos como el balance del poder político, el detonante de guerras o la determinación de una calidad de vida para la sociedad a la que sirve. En las siguientes secciones se hace una descripción general de cada uno de los sistemas económicos mencionados.

## 2.2. Sistema Tradicional

El sistema económico tradicional es el más antiguo de todos en el mundo y al mismo tiempo el que más ha aportado a los sistemas económicos avanzados. El sistema económico tradicional se caracteriza en general por estar basado en la agricultura, la caza, la pesca, la recolección o alguna aplicación de estas actividades, está orientado hacia las tradiciones y suele utilizar el trueque en lugar del dinero para hacer las transacciones. Debido a estas características se tiene la creencia generalizada de que la gente que vive dentro de este tipo de sistema económico se encuentra en estado de pobreza aún cuando sus necesidades diarias sean satisfechas.

Cabe mencionar que buena parte de las comunidades mundiales aún funcionan con este tipo de

sistema económico; los países cuya economía está fuertemente ligada a la agricultura, ganadería y pesca actualmente tienen influencias importantes del sistema tradicional. En México existen comunidades cuya producción de bienes y servicios son herencia directa de sus antepasados; incluso los tianguis que se establecen en varias zonas de las ciudades más desarrolladas de nuestro país son una forma de organización económica que viene desde las culturas prehispánicas. El estilo de vida moderno, que entre otras cosas implica una interacción con otros tipos de sistemas económicos para comercializar los productos, ha modificado la manera en que se ejerce el sistema tradicional donde uno de los efectos más significativos es la globalización.

Otra de las características que distinguen este tipo de economía de las demás es el hecho de que no se presenta un excedente del producto, es decir, el desperdicio del mismo es mínimo o inexistente. La principal razón de esta situación se basa en que la producción de bienes y servicios de las comunidades que siguen el estilo tradicional es para un consumo real, esto es, la producción se desarrolla para que se consuma en el momento presente ya sea por la misma comunidad o por otras mediante el intercambio o trueque. Otra razón por la cual no hay producción en exceso es que no se cuenta con los recursos para generarla dado que los procesos de producción son más bien artesanales, lo cual limita la cantidad de productos a obtener.

Una de las ventajas más claras del sistema económico tradicional es que las costumbres y tradiciones dirigen sus actividades por lo que se identifica con facilidad la función de cada miembro de la comunidad. El sistema tradicional es muy vulnerable a los cambios en el ambiente, en particular los cambios climáticos determinan el resultado de sus actividades productivas; es por eso que existe un límite en el crecimiento de la población dado por estos factores externos. La falta de acceso a productos y servicios que los otros sistemas económicos promueven como las tecnologías o la medicina occidental también los deja en una posición de "desventaja", lo cual puede dar pie a que sufran el embate de estas otras economías que poseen mayores recursos para adueñarse de los de ellos mediante una guerra o tácticas similares de apropiación.

### 2.3. Sistema de Comando o Planificado

El sistema económico de comando o planificado es el siguiente paso después de la economía tradicional en términos de progreso económico. El control centralizado es la característica más significativa de este sistema, por lo general suele ser un gobierno federal. El país o la región donde se implanta este tipo de sistema posee una gran cantidad de recursos, lo cual hace que el gobierno intervenga y regule el uso de los mismos. En algunos casos el gobierno es el dueño de los elementos del proceso industrial.

La frase "economía de mando" viene del término alemán *Befehlswirtschaft* que fue originalmente acuñado para definir la economía nazi, la cual era muy similar a la de la Unión Soviética; es precisamente el sistema económico-político que reguló las actividades de esta nación entre 1917 y 1989 el mejor ejemplo del sistema planificado, donde su mayor expresión se dio durante el régimen de Stalin de 1924 a 1953 [6].

Este sistema económico es el resultado de una autoridad del estado, la cual le impone sus marcas distintivas y por cuyo mandato existe, evoluciona y sobrevive. Una economía de comando puede ser impuesta, ya sea a través de la coacción o de la imitación de un modelo extranjero, para cumplir con objetivos como la máxima movilización de los recursos hacia las metas más urgentes o hacia las metas pre establecidas, la transformación radical del sistema socioeconómico en una dirección basada en principios ideológicos e imperativos políticos o como una respuesta al caos que puede generar una economía de mercado a través del control de precios [7].

Si el gobierno gestiona los recursos con inteligencia puede regular para el bien de la sociedad, determinando precios al alcance de la gente como resultado de estrategias que aseguren el trabajo para todos los individuos y una administración eficiente de los recursos. Dado que se trata de un esquema planificado, la economía de comando se fija principalmente en los recursos más valiosos dejando aquellos como los que resultan de actividades como la agricultura bajo el control del pueblo. A la larga es previsible que se cree malestar entre la población por sentir que, en el beneficio de todos, se racionan los recursos dando paso a regímenes totalitarios como el comunismo. Estos mecanismos se pueden analizar comparativamente a través del estudio de los tipos de economías que han ejercido su influencia en las decisiones a lo largo de la historia.

## 2.4. Sistema de Mercado

El sistema económico de mercado tiene las siguientes características [8]:

- la gente adquiere lo que desea sólo si lo puede pagar; el dinero es una necesidad para la vida;
- las personas se ven obligadas a hacer cualquier cosa y vender cualquier cosa para conseguir dinero;
- el objetivo de toda producción e inversión es la maximización de las ganancias y no la satisfacción de las necesidades de la sociedad;
- la relación entre los que producen la riqueza de la sociedad y los que la controlan ya no existe como en el caso de la esclavitud o el feudalismo y ahora se establecen condiciones de trabajo que deben ser acatadas para poder ganar dinero;
- el racionamiento de los bienes escasos se lleva a cabo a través del dinero con base en quien tiene más;
- dado que a todos los individuos se les paga por lo que hacen se adquiere un sentido de merecimiento, es decir, que tanto los ricos como los pobres son responsables de su destino.

La economía de mercado es muy similar al libre mercado. Una de las características de este sistema económico es que el gobierno no tiene control sobre los recursos vitales, los bienes mayor valuados o algún otro segmento importante, por lo que son las organizaciones las que determinan cómo se desarrollará la economía, cómo se genera el suministro, cuáles son las demandas necesarias a satisfacer, etc. Bajo este esquema podría decirse que la economía de mercado pura no existe en la actualidad. Los regímenes capitalista y socialista toman partes de este sistema

para perfilar su modo de organización económica, aunque siempre existirá un elemento regulatorio que habilite a los gobiernos para controlar los factores determinantes con la finalidad de "garantizar" los beneficios de cada régimen a la población.

La mayor ventaja de este sistema económico es la separación entre mercado y gobierno, al menos en teoría. De esta forma se evita que el gobierno se vuelva demasiado poderoso, controlador u opresor con respecto al uso de los recursos. Uno de los efectos del esquema de mercado es que el crecimiento de la economía es inevitable, muchas veces estando de la mano con el de los avances tecnológicos y las innovaciones. De hecho el crecimiento en este campo ha sido tan explosivo y hasta cierto punto tan inesperado, que ha afectado la manera en que operan las funciones económicas en la actualidad.

Se mencionó que el esquema puro de economía de mercado, o libre mercado, no es factible que pueda darse en la realidad. En el caso del capitalismo el gobierno intenta regular, aunque de manera algo sutil, el tratado justo en el intercambio de bienes y servicios, los programas oficiales de inversión, el control de los monopolios, etc. En el socialismo, se está más orientado al sistema de mando al tener control sobre las actividades económicas más lucrativas, sin embargo se da libertad al resto de las actividades para su operación a través de la fluctuación de los precios con base en la oferta y la demanda.

## 2.5. Sistema Mixto

El sistema mixto es una combinación de los sistemas de mercado y de comando. Lo que hace al sistema mixto difícil de analizar es la variedad posible de combinaciones entre los otros sistemas que puede darse para determinarlo. Ya se había comentado que tanto el capitalismo como el socialismo ejercen una clase de economía mixta con diferentes proporciones entre la economía de mercado y la de comando.

En la mayoría de los esquemas mixtos el mercado tiene cierto grado de libertad con respecto al gobierno excepto en algunas áreas prioritarias; las áreas de acceso al mercado usualmente no son los recursos que una economía de comando suele controlar. Aunque en algunos casos existe oferta privada en los programas regulados por el gobierno, como son los casos de salud y educación, tanto la opción pública como la privada tienen un mínimo de regulación común.

Un ejemplo muy significativo de la economía mixta es el sistema económico de los Estados Unidos. Su economía ha pasado por prácticamente todas las etapas por las que un sistema mixto fuertemente orientado a la economía de mercado puede atravesar. Desde los periodos de bonanza económica que les permitía intervenir en cada conflicto político en el mundo con la finalidad de proteger intereses económicos (control sobre los recursos valiosos, pero de otros lugares), pasando por los periodos de crisis donde se pierde el control sobre la producción doméstica cuyos efectos se ven reflejados en el consumo, el quiebre económico que por lo general arrastra más de una economía regional y el lento período de recuperación aparente. En los últimos 30 años la economía americana ha ejemplificado con claridad los puntos débiles de

una economía mixta que se balancea entre los extremos de libre mercado y mercado controlado y donde el mayor problema siempre será encontrar un equilibrio entre éstos. Otro aspecto importante que el sistema mixto presenta es la fuerte tendencia por parte del gobierno a sobre controlar mediante regulaciones y leyes que les beneficien con respecto a las transacciones con otras economías (los tratados de libre comercio son un buen ejemplo), que dificulten el acceso y se vuelvan cada vez menos flexibles en aras de proteger los valiosos recursos.

Como consecuencia de la implantación de estos sistemas económicos en diferentes regiones y su análisis [9,10], han surgido modelos alternativos con modificaciones que intentan resolver o por lo menos atenuar los efectos a mediano y largo plazo de cada uno de ellos. El sistema mixto fue el primer resultado para contender con los efectos de los sistemas de control y de mercado, y de hecho es sobre el esquema mixto donde se han propuesto sistemas económicos más afines a las necesidades y realidad de la situación de las sociedades [11].

Con respecto al uso del recurso tecnológico, y en particular en el sector salud, todos los sistemas vistos concuerdan en que éste es uno de los recursos de mayor valor tanto por el costo que implica como por el impacto que tiene en la sociedad, por lo que la regulación sobre el diseño, desarrollo, comercialización y uso es una constante en diferentes lugares del mundo. Al evaluar una tecnología para su posible incorporación a los hospitales este aspecto suele ser uno de los que mayores problemas ocasiona si no se toma el tiempo necesario para considerar las implicaciones económicas y legales de no atender el asunto regulatorio.

## NOTAS

1. Bornstein M. "An Integration" en Alexander Eckstein (Ed., 1975). Comparison of Economic Systems, University of California Press, Berkeley.
2. Rossetti JP. Introducción a la Economía, 18 Ed.(2002). Oxford University Press, pp. 130.
3. La cita original es: Harold C. Edely & Alan T. Peacock, Renda nacional e contabilidade social, Río de Janeiro 1963.
4. El dato se publicó en El Economista en la sección de finanzas el 30 de agosto de 2015. <http://eleconomista.com.mx/finanzas-publicas/2015/08/30/recaudacion-impuestos-salva-las-finanzas>

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Rossetti JP. Introducción a la Economía, 18 Ed.(2002). Oxford University Press.



- [2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares ENIGH2014. Disponible en [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/regulares/enigh/enigh2014/tradicional/doc/resultados\\_enigh14.pdf](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/hogares/regulares/enigh/enigh2014/tradicional/doc/resultados_enigh14.pdf)
- [3] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Censos Económicos 2014, datos relevantes de los resultados definitivos, Boletín de Prensa núm. 283/15, 28 de Julio de 2015, disponible en [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015\\_07\\_5.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/especiales/especiales2015_07_5.pdf)
- [4] Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Distribución del pago de impuestos y recepción del gasto público por deciles de hogares y personas. Resultados para el año 2012, disponible en [http://www.hacienda.gob.mx/INGRESOS/ingresos\\_distribucion\\_pago/doc\\_Ingreso-Gasto\\_2012\\_enero2015.pdf](http://www.hacienda.gob.mx/INGRESOS/ingresos_distribucion_pago/doc_Ingreso-Gasto_2012_enero2015.pdf)
- [5] Lashov BV, (2013). Northern ethnic groups and traditional economy, Regional Research of Russia, 3(4):482-485. doi: [10.1134/S2079970513040072](https://doi.org/10.1134/S2079970513040072).
- [6] Gregory PR, (1990). The Stalinist Command Economy, Annals of the American Academy of Political and Social Science, 57, 18-25. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/1047521>
- [7] Ickes BW, Command Economy, disponible en <http://grizzly.la.psu.edu/~bickes/rickcommand.pdf>
- [8] Ollman B., Market Economy: Advantages and Disadvantages, Reply to Prof. Kang Ouyang's Article on Marxist Philosophy in China, Oct. 1999, disponible en [http://www.nyu.edu/projects/ollman/docs/china\\_speech2.php](http://www.nyu.edu/projects/ollman/docs/china_speech2.php)
- [9] MIT Press, How do we Compare Economies? disponible en [https://mitpress.mit.edu/sites/default/files/titles/content/9780262182348\\_sch\\_0001.pdf](https://mitpress.mit.edu/sites/default/files/titles/content/9780262182348_sch_0001.pdf)
- [10] Pryor FL, (2006). Economic Systems of Developing Nations, Comparative Economic Studies, 48, 77-99. doi:[10.1057/palgrave.ces.8100072](https://doi.org/10.1057/palgrave.ces.8100072)
- [11] Makarov, V. and Bakhtizin, A. (2014) The New Form of Mixed Economy with Rationing: Agent-Based Approach. *Open Journal of Social Sciences*, 2, 191-196. doi: [10.4236/jss.2014.24019](https://doi.org/10.4236/jss.2014.24019).

## 3. Métodos de Evaluación Económica

La evaluación económica de un bien o un servicio en salud es un proceso que aborda de manera explícita todos los aspectos de las alternativas que se presentan para la toma de decisiones. Este abordaje incluye los costos y consecuencias de dichas alternativas, ya sea en la forma de beneficios, utilidad o efectividad. En el caso de tecnologías médicas, la evaluación económica integra el factor temporal para considerar los costos asociados durante el periodo de tiempo que la tecnología esté funcionando apropiadamente en el lugar de uso. Al mapear estas consideraciones en términos de los costos involucrados y consecuencias, se puede utilizar una de las diferentes modalidades de evaluación económica en función del tipo de efecto que se desee analizar.

En este capítulo se presentan de manera general e introductoria los conceptos y métodos de análisis de costos más utilizados en evaluación económica en salud. A través de la exposición del concepto así como de la explicación de sus características y limitaciones, se podrá tener una idea general del objetivo de la evaluación económica así como de su posible aplicación en la evaluación de tecnologías médicas. Cabe resaltar que el tema se aborda de manera general, los detalles de su implementación así como las particularidades de cada método son temas que quedan fuera del alcance de este libro.

### 3.1. Minimización de costos

La minimización de costos es uno de los métodos más elementales que se pueden utilizar. Describe la situación donde las consecuencias de dos o más alternativas son ampliamente equivalentes por lo que la diferencia entre ellas se reduce a la comparación de los costos. La comparación entre los costos de dos opciones se puede apreciar en el cuadro de la Figura 1. Al comparar una alternativa a la opción presente, la cual la llamaremos control, se pueden presentar hasta 9 diferentes combinaciones entre ambas; estas combinaciones se agrupan en tres categorías [1]:

- Las que tienen una fuerte dominancia para la toma de la decisión. En rojo se encuentran las situaciones en las que se puede tomar la decisión con rapidez dada la combinación de situaciones: menor incremento en la efectividad a un mayor costo (rechazar opción) y mayor incremento en la efectividad a un menor costo (aceptar opción).
- Las que tienen una dominancia débil para la toma de la decisión. En verde se encuentran las situaciones en las que la toma de la decisión se enfoca en uno de los ejes dado que en el otro la situación permanece igual. Por ejemplo, ante condiciones iguales entre efectividad (segunda columna, primer y tercer renglón) la decisión será tomada con base en el incremento de los costos: si éstos aumentan entonces se rechaza la opción mientras que si éstos disminuyen entonces se acepta la opción.

- Las que no presentan dominancia para la toma de la decisión por lo que ésta no es tan evidente como en los casos anteriores. En amarillo se encuentran las situaciones en las que se debe hacer una investigación más a fondo para tomar la mejor decisión. Las situaciones que se presentan son:
  - La efectividad y el costo se incrementan. Se debe cuestionar si el aumento de la efectividad en la opción vale el aumento de su costo.
  - La efectividad y el costo disminuyen. Se debe cuestionar si la disminución de la efectividad en la opción es aceptable dada la disminución en el costo.
  - La efectividad y el costo permanecen igual. Se deben buscar otras razones para aceptar o rechazar la opción.

		Efectividad incremental de la opción comparada con el control		
		Más	Igual	Menos
Costo incremental de la opción comparada con el control	Más	¿?	Rechazar opción	Rechazar opción
	Igual	Aceptar opción	¿?	Rechazar opción
	Menos	Aceptar opción	Aceptar opción	¿?

Fig.1 Análisis de la decisión mediante la minimización de costos [1]

Para el caso de la minimización de costos las situaciones marcadas en el renglón inferior serían las que mejor encajarían para su utilización. Sin embargo, como lo marcan Briggs y O'Brien [2] la dificultad que presenta los estimados del costo y los efectos hacen que este método sea poco confiable, por lo que no se puede ocupar como único elemento de evaluación. Una manera de

obtener resultados con este método de evaluación económica es contar con elementos de juicio previos, resultado de una investigación sobre los costos y los efectos de la opción con respecto al control, de tal forma que sea altamente probable que ambas opciones sean equivalentes en términos de efectividad.

Por ejemplo, asumamos que queremos evaluar una opción alternativa al tratamiento de cáncer por quimioterapia<sup>1</sup>. Para utilizar la minimización de costos debemos estar completamente seguros que la opción tiene una efectividad igual a la quimio, como proporcionar los mismos beneficios, afrontar riesgos similares, etc. Esta no es una tarea fácil de desarrollar ya que en el campo de la oncología se están buscando tratamientos que no sean tan agresivos con el paciente, teniendo como resultado el uso de tecnologías y fármacos innovadores; la única manera de aplicar la minimización de costos sería cuando la opción a la quimio ocupara tecnologías y fármacos muy similares para poder estar en igualdad de condiciones en cuanto a la efectividad y tomar la decisión con respecto al costo. Claramente este escenario no sería muy probable de ocurrir.

Con respecto al uso de las tecnologías médicas se puede considerar este tipo de evaluación en el caso del reemplazo tecnológico, donde se busca la actualización de los equipos médicos. Un buen análisis de las características técnicas permitiría apreciar si las opciones de compra tienen un alto grado de semejanza como para aplicar una minimización de costos. En el caso de que se requieran funciones adicionales o nuevas dentro de los equipos, el análisis se vuelve algo más complicado ya que no se cuenta con la información directa de estas funciones, la cual nos permitiera evaluar las opciones que se nos presentan. No obstante, este tipo de análisis puede ser aplicado como elemento de apoyo a la toma de decisión.

### 3.2. Costo de Oportunidad

Ante una decisión de tipo económico donde se presentan varias alternativas, se evalúan los pros y contras de cada una de ellas y se elige la mejor opción en función de ciertos criterios previamente definidos. Al seleccionar una opción se elimina la posibilidad de elegir cualquiera de las otras por lo que se deja a un lado la oportunidad de ser seleccionadas. El concepto costo de oportunidad es el valor de la mejor opción no realizada [3]; este costo refleja lo que se deja de ganar al elegir una alternativa sobre las otras.

Desde la perspectiva económica, se toma como base el concepto de escasez, donde se establece que los recursos son muy limitados, y se considera que estos recursos pueden tener usos alternativos. Entonces para producir un bien se tiene que renunciar a producir otro bien con los mismos recursos. El uso de los recursos para fabricar este bien o servicio será expresado en función de los bienes o servicios que no se desarrollaron. El costo de oportunidad puede apreciarse gráficamente mediante la frontera de posibilidades de producción (véase Capítulo I), donde cualquier punto perteneciente a esa frontera presenta una posible combinación de elaboración de un producto con los recursos disponibles para una máxima eficiencia. El concepto de costo de oportunidad considera el beneficio de la mejor alternativa, de hecho la única

alternativa con mejor beneficio con respecto a todas las disponibles es la que determina dicho costo. Para ilustrar con un ejemplo consideremos un espacio físico sin utilizar en un hospital. El costo de oportunidad para la construcción de un área de diagnóstico médico por imágenes es la pérdida o “sacrificio” de ese espacio para un área de cirugía, para un servicio especializado como una clínica del dolor, la pérdida de un ingreso que se podría generar si el espacio se ocupa para consultorios privados o cualquier otra pérdida debida a las diferentes opciones de uso del espacio que se pudieran considerar. Es importante hacer notar que en la determinación del costo de oportunidad no se suman los de cada pérdida sino que se toma la opción cuyo beneficio sea el más lucrativo de entre los considerados.

### 3.3. Costo Beneficio

Este tipo de evaluación económica se caracteriza por considerar los factores de costos y consecuencias (beneficios) en términos monetarios. De esta manera al evaluar soluciones a un problema se procede a valorar las consecuencias en términos financieros, es decir en pesos y centavos, y después a determinar la proporción que se presenta entre las soluciones y los costos de éstas. Por ejemplo, si un procedimiento clínico de reciente creación reduce la morbilidad operativa en un porcentaje, la aproximación costo-beneficio se avocaría a estimar el valor de cada muerte evitada y comparar el valor monetario de los beneficios con respecto al costo de obtener dichos beneficios.

El análisis costo-beneficio (ACB) es un método generalizado en el cual se puede, a través de una metodología, evaluar si los resultados, vistos en términos de beneficios, valen los costos invertidos en ellos. La mayor característica de este método de evaluación económica es que se cuenta con una unidad de medida para comparar las opciones de solución propuestas. Como consecuencia de esto, es posible realizar comparaciones entre diferentes áreas de gasto como educación, transporte y medio ambiente. De esta forma el ACB de una intervención en salud puede tratar de medir no sólo el valor monetario de los beneficios ganados por el paciente, sino que también puede estimar el valor otorgado a la sociedad de otras consecuencias como la generación de empleos pagados. En este sentido, el ACB tiene una visión bastante mayor comparado con los análisis costo-utilidad y costo-efectividad [4].

El hecho de contar con una manera de medir resultados no necesariamente implica que esto se pueda hacer con facilidad. Las preguntas ¿cuánto vale la vida humana? ¿qué precio tiene la condición de salud? ¿qué costo implica una enfermedad? y otras más surgen de manera natural ya que el método evalúa por comparación. Si bien estas preguntas no se pueden contestar de una manera definitiva ni precisa, sí proporcionan puntos de partida para encontrar las variables que se medirán. Por ejemplo, a la pregunta ¿qué costo implica una enfermedad? se le puede analizar en función de cuestionamientos más específicos y contables como : ¿cuánto cuesta que un enfermo no pueda ir a su jornada laboral?, ¿cuál es el costo por movilidad del enfermo y sus familiares al sitio de atención (hospital, clínica, etc.)? o ¿cuál es el gasto en medicamentos y demás insumos para la atención del enfermo en casa y en el sitio médico?. La primera pregunta se contesta calculando el costo por día de trabajo a partir del sueldo del enfermo, la movilidad y los gastos para la atención se pueden obtener en unidades monetarias mediante una relación de elementos y

costos asociados.

Una de las principales ventajas del ACB es que este método de evaluación económica presenta elementos para el apoyo a la toma de decisión cuando ésta se tiene que dar entre opciones de diferente naturaleza ya que son llevadas al mismo entorno financiero. Esto significa que se puede decidir por la opción más costo benéfica en función de indicadores que se establecen con base en relaciones entre costos y beneficios. Dos de las más utilizadas son:

- Beneficio neto = beneficio de la opción de solución - costo de la opción de solución
- Índice costo/beneficio = beneficio / unidad monetaria asignada

Aunque es clara la conveniencia de mapear los beneficios en términos monetarios, un análisis costo-beneficio no es la solución a todas las evaluaciones económicas en salud. Es importante tener presente que la decisión con respecto a las opciones a evaluar no solamente tiene que atender criterios exclusivamente económicos por lo que el resultado de un análisis costo-beneficio deberá ser considerado como una parte del proceso de evaluación y no como la evaluación tal cual. Algunos beneficios no son fáciles de cuantificar además de que se deben tomar en cuenta los cambios en los costos debido a impuestos e inflación; otra limitante es que este tipo de evaluaciones privilegia aquellas opciones que tengan un alto impacto económico con respecto a las opciones cuyo impacto no se vea fuertemente reflejado en el ámbito financiero.

En el ámbito de la evaluación de tecnologías médicas un buen caso para realizar un análisis costo beneficio es la incorporación de una nueva tecnología dentro del hospital. La comparación con la tecnología existente se puede realizar con base en los costos que ésta ha producido a lo largo de su tiempo funcionando en el hospital, las causas que han ocasionado esos costos y los beneficios que ha proporcionado en el servicio donde se utiliza. Con respecto a los costos, éstos deben considerarse desde el momento de la adquisición ya que la mayoría de los gastos ocurren al inicio del ciclo de vida del equipo dentro del hospital; estos costos continúan a lo largo del tiempo que el equipo opera en el servicio clínico e incluyen acciones como los mantenimientos preventivos y correctivos, la compra de consumibles y accesorios que se van desgastando con el uso, las calibraciones y demás acciones que se requieran para que opere apropiadamente. La investigación de las causas por las que se generan gastos tiene como principal objetivo identificar los aspectos que deberán ser corregidos en la propuesta de reemplazo a fin de optimizar el recurso designado para tal fin.

La designación de los beneficios no es directa cuando se trata de tecnologías médicas. Es importante hacer notar que son un elemento que forma parte de la intervención en salud y que por sí mismas no van a proporcionar los beneficios en términos monetarios de vidas salvadas. En función del objetivo de la evaluación económica se podrán definir los beneficios que se costearán para la realización del ACB en una tecnología médica. Algunas sugerencias sobre el asunto son:

- Costo por horas efectivas de uso del equipo.- Se puede calcular la capacidad funcional del equipo con base en las acciones que se espera realice dentro del servicio clínicos asignado y determinar el costo por hora de uso efectivo, es decir, uso correcto y continuo del equipo.
- Costo por uso inadecuado del equipo.- Se pueden identificar los costos adicionales que ocasiona el uso inadecuado del equipo o los errores en los procedimientos que involucran a la tecnología. El objetivo del ACB será la minimización de estos costos a través de

- procesos como el de capacitación.
- Costo por uso de consumibles en un período de tiempo definido.- Se calculan los costos asociados al uso de consumibles y se monitorea el comportamiento de estos costos en un período de tiempo (por ejemplo un año). Se identifican las causas del comportamiento de los gastos por consumibles, sobre todo si éste presenta variaciones considerables, y se determina un umbral de gastos por período para encontrar la mejor opción posible.

Si la evaluación económica está centrada en la tecnología, los aspectos técnicos y operativos serán los que ofrezcan mayores facilidades para ser costeados. Los beneficios para el paciente y la sociedad podrán incorporarse en una evaluación de tecnología médica que integre el aspecto social.

### 3.4. Costo Efectividad

El análisis costo-efectividad (ACE) es uno de los más completos ya que considera tanto los costos como los efectos de todas las alternativas para una intervención en salud. En general se utiliza esta información para calcular las diferencias entre los costos y los efectos presentando el resultado en forma de una relación de proporción que se interpreta como el costo por unidad de salida o costo por efecto de salida [5].

Este tipo de análisis es utilizado en los casos en que el tomador de decisiones opera con un determinado presupuesto y debe considerar un limitado número de opciones que se encuentren dentro del rango presupuestado. Por ejemplo, para un programa en salud orientado a la prevención de una enfermedad se puede buscar minimizar el número de enfermos en un período de tiempo posterior a la implantación del programa en comparación con la situación actual.

El enfoque hacia las diferencias entre dos o más opciones es la característica principal del ACE. Esto implica el uso de los conceptos de costo incremental, efecto incremental y la relación incremental costo-efectividad<sup>2</sup>. Si para una intervención en salud se cuenta con dos opciones,  $O_a$  y  $O_b$ , el análisis costo-efectividad primero se encarga de calcular los costos y los efectos de ambas opciones, luego determinar la diferencia entre los costos y entre los efectos de cada una de ellas y posteriormente calcular la relación incremental costo-efectividad (ICER) de la siguiente manera [8]:

$$ICER = \frac{C_a - C_b}{E_a - E_b} = \frac{\Delta_c}{\Delta_e}$$

donde  $C_a$  y  $C_b$  son los costos correspondientes a las opciones  $O_a$  y  $O_b$ ,  $E_a$  y  $E_b$  son las efectividades de las opciones  $O_a$  y  $O_b$ ,  $\Delta_c$  es la diferencia entre costos y  $\Delta_e$  es la diferencia entre las efectividades.

El cálculo del costo es directo, las unidades son claras. En contraste, el cálculo de los efectos puede realizarse con diferentes tipos de medidas. Por ejemplo, dos pruebas diagnósticas pueden compararse en términos de costo por caso detectado y dos opciones de vacunación por el costo por caso prevenido. En el caso de tecnologías médicas, dos programas de mantenimiento

preventivo pueden compararse en términos del costo por tiempos muertos del equipo médico o dos programas de capacitación por el costo por fallas asociadas al operador.

Una de las medidas de salida para analizar intervenciones en salud que es frecuentemente utilizada en este tipo de análisis es el AVAC (años de vida ajustados por calidad) o QALY (quality adjusted life year). Este indicador analiza el impacto de la intervención en salud tanto en la longevidad como en la calidad de vida esperados.

Algunas de sus características más significativas del ACE son las siguientes [9]:

- Permite el análisis de costos asociados a un solo efecto común que puede diferir en magnitud entre las alternativas consideradas.
- Es útil cuando se debe tomar una decisión y se cuenta con un presupuesto específico donde se evalúa un conjunto restringido de opciones.
- El beneficio en salud se mide en unidades naturales, es decir, años de vida.
- Facilita la interpretación de la metodología y de los resultados.

Si bien la comparación en términos de costos y efectos incrementales otorga claridad para la **toma** de decisiones, el ACE presenta ciertas limitaciones al momento de calcular ambos términos. En el caso de los efectos, en muchos casos la relación de éstos con el AVAC no es explícita por lo que no es posible colocar las opciones a evaluar en el mismo marco de referencia. Por ejemplo, en [10] proponen medir la efectividad de un tratamiento de hipertensión en términos de la reducción en la presión sanguínea en mm Hg mientras que en [11] analizan un problema de trombosis a través de un ACE que tiene como salida los años de vida ganados. En el primer ejemplo la efectividad se mide con mediciones intermedias mientras que el segundo muestra como salida mediciones finales relacionadas con la salud; las mediciones intermedias son válidas para su aplicación en ACE pero será necesario establecer la relación entre ellas y las salidas finales para que la comparación tenga sustento y para que las estas mediciones sean de valor para el análisis.

Aplicar un análisis de costo-efectividad a la evaluación económica de tecnologías médicas no es sencillo, hay consideraciones importantes que se deben tomar en cuenta para que el ACE pueda ser de utilidad. Los cálculos de los costos requieren que se cuente con toda la información relacionada con la adquisición, operación y conservación de la tecnología bajo análisis. Un buen sistema de documentación y seguimiento de las actividades de los equipos proveerá de dicha información<sup>3</sup>. Con respecto a los efectos, éstos son bastante complejos dado que una tecnología médica por sí misma no puede garantizar años de vida ajustados por calidad. Una solución a corto plazo, mientras se genera la evidencia suficiente para determinar medidas finales, es establecer medidas intermedias que expongan con claridad el efecto que se desea evaluar. Como una primera aproximación se sugiere enfocarse en aspectos temporales como los tiempos efectivos de operación o los tiempos muertos debido a los mantenimientos correctivos. Otra opción se relaciona con la función de capacitación y su efecto en las fallas de los equipos debido al operador. Con la experiencia adquirida a mediano y largo plazo se podrán identificar aquellos indicadores que otorguen mediciones finales y que se relacionen con los efectos en la salud de los pacientes.



### 3.5. Costo Utilidad

El análisis costo-utilidad determina los costos en unidades monetarias y los resultados en términos de un valor asignado por los pacientes a lo que se ha obtenido como salida. La medición de los resultados no es objetiva, no se realizan mediciones clínicas comparativas sobre el estado de salud del paciente. El resultado es una valoración subjetiva que se hace de los beneficios que los pacientes obtienen al irse por una opción sobre las otras [13].

El análisis costo-utilidad es una variante del análisis costo-efectividad. Su medida de los efectos sobre el estado de salud toma en cuenta la cantidad y la calidad de vida; éstas se pueden apreciar a través de las preferencias, o utilidades, del paciente ante los diferentes escenarios de salud que se le ofrecen mediante el indicador AVAC [14]. Al comparar los costos de las alternativas por unidad de utilidad, el AVAC pretende reflejar las mejoras en la calidad de vida del paciente por lo que la pregunta a responder en este caso es ¿cómo afecta la intervención considerada a la cantidad y calidad de vida del sujeto? La decisión se dará hacia la alternativa con menor costo por unidad de utilidad.

El AVAC como medida de los efectos de una intervención en salud pretende incorporar en una sola métrica tanto el efecto en la supervivencia como los efectos de la calidad de vida. Asimismo este concepto presenta un marco de referencia para la generación de otros indicadores como el AVAD, años de vida ajustados por discapacidad (DALY disability-adjusted life years). El AVAD pondera la pérdida de la funcionalidad para medir la carga de la enfermedad en el paciente e incorpora el factor de la edad para asignar diferentes pesos a los años de vida en diferentes etapas de ésta.

#### NOTAS

1. Dado que la quimioterapia actúa en las células activas, éstas pueden ser cancerosas o saludables. Estas últimas incluyen las que se encuentran en la sangre, el aparato digestivo, los folículos capilares, etc., por lo que el efecto deseado de la quimio en las células cancerosas también puede aparecer en las células saludables. Además de los efectos físicos que el paciente experimenta durante el tratamiento como fatiga, náuseas y vómitos, pérdida de cabello y apetito, entre otros, existe el efecto sobre los sistemas nervioso y cardiovascular cuyos resultados varían de paciente en paciente, y sobre todo el efecto en las células saludables que puede dañar su funcionamiento al pasar del tiempo. Dado que las opciones a los tratamientos del cáncer que más se publicitan son de la medicina alternativa es difícil hacer un análisis de minimización de costos por la diferencia tan grande que existe entre los elementos y los procedimientos que ambas utilizan.

2. Los conceptos de costo incremental, efectividad incremental y la relación costo-efectividad incremental forman parte fundamental del desarrollo del análisis costo-efectividad (ACE). El costo

incremental surge cuando se desea aumentar la cantidad del producto de salida. Si ya se tiene establecido el costo invertido para la generación de un producto de salida determinado, aumentar dicha salida una unidad requerirá de un costo adicional, que no suele estar en proporción lineal con respecto a la relación costo-salida original. El efecto, o en el caso del ACE la efectividad, es la forma en la que se aprecian los resultados o efectos de las alternativas que se someten a decisión. El incremento en el efecto está relacionado con cambios incrementales en los costos por lo que el efecto incremental no se puede abordar de manera aislada [6]. La forma en que ambos conceptos se integran para proporcionar información de valor es a través del concepto de relación incremental costo-efectividad. La relación incremental costo-efectividad (ICER por sus siglas en inglés) se expresa como la relación de la diferencia en costos de dos estrategias con respecto a la diferencia en su efectividad. Se puede interpretar como el costo de obtener una unidad adicional de efectividad y cuantifica los compromisos entre las salidas obtenidas y los recursos invertidos [7].

3. El sistema de control de equipo médico de un Departamento de Ingeniería Biomédica es un instrumento esencial que permite, entre otras cosas [12]:

- Asegurar que las tecnologías médicas instaladas funcionen de manera óptima.
- Identificar oportunamente algún desperfecto.
- Encontrar el camino más rápido para restaurar el rendimiento de la tecnología a satisfacción del “cliente” y determinar a qué costo,
- Ayudar a determinar el momento del reemplazo.

La información recabada de manera sistemática y ordenada de cada actividad alrededor de las funciones relacionadas con la gestión de tecnologías favorece la identificación de los costos requeridos para un análisis costo-efectividad en caso de adquisición, reemplazo, adecuación o simplemente para monitorización del rendimiento de la tecnología en el hospital.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Drummond M.F., Sculpher M.J., Torrance G.W., O'Brien B.J., Stoddart G.L. (2005) Methods for Economic Evaluation for Health Care Programs, 3rd Ed., Oxford University Press, pp. 13.

[2] Briggs A.H., O'Brien B.J. (2001) The death of cost-minimization analysis? *Health Economics*, 10(2):179-184.

[3] Burch, E. E., & Henry, W. R. (1974). Opportunity and incremental cost: attempt to define in systems terms: a comment. *The Accounting Review*, 49(1), 118-123.

[4] Drummond M.F., Sculpher M.J., Torrance G.W., O'Brien B.J., Stoddart G.L., *op cit*, pp. 214.

[5] Weinstein M.C., Stason W.B. (1977) Foundations of Cost-Effectiveness Analysis for Health and Medical Practices, *New England Journal of Medicine*, **296**:716-721, <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM197703312961304>

[6] Drummond M.F., Sculpher M.J., Torrance G.W., O'Brien B.J., Stoddart G.L., *op cit*, pp. 40.

[7] Bang H. & Zhao H. (2012) Median-Based Incremental Cost-Effectiveness Ratio (ICER), *J. Stat Theory Pract.* 6(3):428-442. Disponible en:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3577357/pdf/nihms440504.pdf>

- [8] Gray A.M., Clarke P.M., Wolstenholme J.L., Wordsworth S. (2011) Applied Methods of Cost-effectiveness Analysis in Healthcare, Oxford University Press, pp. 9.
- [9] Drummond M.F., Sculpher M.J., Torrance G.W., O'Brien B.J., Stoddart G.L., *op cit*, pp. 103.
- [10] Logan A.G., Milne B.J., Achber C., Campbell W., Haynes R.B. (1981) Cost-effectiveness of a worksite hypertension treatment programme, *Hypertension*, 3(2):211-218.
- [11] Mark B.D., Hlatky M.A., Califf R.M., et.al (1995), Cost-effectiveness thrombolytic therapy with tissue plasminogen activator as compared with streptokinase for acute myocardial infarction. *New England Journal of Medicine*, **332**:1418-1424.
- [12] Cohen T. & Cram N. "Computerized Maintenance Management Systems" in Dyro JF (Ed, 2004) Clinical Engineering Handbook, Academic Press, pp. 124
- [13] Drummond M.F., Sculpher M.J., Torrance G.W., O'Brien B.J., Stoddart G.L., *op cit*, pp. 137.
- [14] García-Altés A, Navas E, Soriano MJ. (2011) Evaluación económica de intervenciones de salud pública. *Gaceta Sanitaria*, 25 (Supl.1):25-31.

## 4. Evaluación Económica de Tecnologías Sanitarias<sup>1</sup>

El uso de tecnologías para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades ha favorecido la condición de salud del ser humano. Con los avances en este campo cada vez se producen equipos médicos en mayor número y complejidad. Ante esta panorámica la elección de la tecnología a adquirir debe sustentarse en argumentos que demuestren su efectividad al momento de utilizarse en la instancia de salud para el cual fue pensado, el beneficio que este bien otorgará a la población objetivo, la utilidad que otorgará al servicio clínico y/o la optimización de los costos que demandará.

El proceso de evaluación tecnológica se encarga de sistematizar esta actividad con el objetivo de proveer al tomador de decisiones de información confiable y fundamentada que le sea de ayuda. Para tal fin se integran los aspectos clínicos, económicos y técnicos en una metodología ampliamente estudiada. En este capítulo, a partir de los conceptos de salud y costos, se plantea el uso de la función de producción como base para el desarrollo del análisis económico orientado a la selección de tecnologías médicas. Posteriormente se presenta una metodología para la evaluación económica extraída de la evaluación integral que publicó CENETEC<sup>2</sup>.

### 4.1. Salud y costos

Cualquier sistema que surja y se organice con la finalidad de atender una situación o resolver un problema tiene que someterse a una serie de condiciones que determinan su grado de robustez, eficiencia y trascendencia. En el caso del sistema de salud de cualquier sociedad, región o nación, éste se encuentra constantemente sometido a diversos factores que lo van presionando al mismo tiempo y con intensidades diferentes, de acuerdo a las circunstancias y al contexto que lo rodee.

Por un lado tenemos las demandas en salud que la población plantea al sistema como consecuencia de una serie de factores que producen la condición de enfermedad. La mayoría de estas demandas no aparecen de manera aislada, sino más bien vienen acompañadas de otros elementos que impactan diversas áreas como la económica, social, política, judicial, ética, etc. El abasto de medicamentos en los servicios públicos de salud es una situación que constantemente demanda la población que los requiere de manera oportuna, a un costo accesible y en algunos casos sin costo. A fin de satisfacer esta demanda el sistema tiene que arreglárselas para lidiar con el financiamiento para los medicamentos, el traslado de éstos hasta las instalaciones de salud, el tiempo que se tardan en llegar allá, el control de los productos una vez ingresados al hospital o clínica y su derivación a los pacientes; también tiene que vigilarse y evitar la caducidad del medicamento, la equidad en el acceso para todo el que lo necesite, el control de dosis suministradas y los efectos laterales que puedan producir.

Otro eje de la situación lo representa el avance en los desarrollos tecnológicos. Sin lugar a dudas es en el sector salud donde se han dado los avances científicos y tecnológicos más

espectaculares en los últimos tiempos <sup>3</sup>. En sólo tres años se pasó de tener un primer borrador de la codificación del genoma humano a la versión final [1]. Las fallas cardíacas han sido una de las enfermedades más costosas de diagnosticar y con tasas de mortalidad cada vez más altas. En el Instituto Scripps de California se están probando un tipo de sensores dedicados tanto al paciente como al médico con la finalidad de monitorear la función cardíaca individual de manera continua y en tiempo real para poder realizar los ajustes necesarios para evitar la falla cardíaca [2]. Si bien la mayoría de los desarrollos tecnológicos han enfocado sus esfuerzos en mejorar las condiciones de salud de la población con cierto éxito, el hecho es que estos resultados vienen soportados por una serie de costos que incluyen los costos de desarrollo, el costo de la fase de investigación y el costo de transferencia hacia un producto utilizable y comercializable <sup>4</sup>.

Un tercer aspecto a considerar se relaciona con el acceso a los servicios de salud. En teoría todas las personas tienen el derecho a acceder a los servicios de salud que requieran; éstos deben ser seguros, de calidad y con alta eficiencia, lo cual plantea uno de los retos más grandes que todo sistema de salud tiene que afrontar. De acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud OPS,

*"la cobertura universal de salud significa que todos los individuos tengan acceso a los servicios de calidad que necesitan (promoción, prevención, curación, rehabilitación y cuidados paliativos), y sin tener que pasar dificultades financieras para pagarlos" [3].*

El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social CONEVAL realizó un estudio sobre los indicadores de acceso y uso efectivo de los servicios de salud afiliados al seguro popular en 2012 donde muestran que si bien la cobertura aumentó de 2008 a 2012, la disponibilidad sigue siendo insuficiente: aunque se ha hecho un esfuerzo importante para lograr una mayor cobertura de la población con el Seguro Popular, el aumento en la infraestructura y los recursos humanos a los que se tiene acceso por parte de la población afiliada no se ha dado de la misma forma [4]. Por su parte la OCDE tiene la siguiente definición de cobertura:

*"la cobertura de atención de la salud se define como la proporción de la población que recibe un conjunto de núcleos de bienes y servicios de salud en virtud de los programas públicos y por medio de un seguro médico privado." <sup>5</sup>*

De acuerdo a sus estadísticas, al 2013 México tiene el 91.6% de su población cubierta mientras que un 7.3% de la población posee un seguro privado con cobertura primaria [5], pero en comparación con los demás países miembros, muestra un avance lento en indicadores de calidad de la salud como esperanza de vida o gasto en salud per cápita.

## **Salud**

El concepto de salud se puede estudiar desde diversos ángulos. La organización Mundial de la Salud tiene la siguiente definición:

*"La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades" <sup>6</sup>.*

A fin de evaluar el concepto de salud se deben integrar los tres tipos de bienestar y determinar bajo qué circunstancias se cubren los requisitos y cómo se interrelacionan. No es sencillo realizar esta tarea ya que bajo ese punto de vista prácticamente cada persona puede tener su condición de salud personalizada. Los proveedores de salud tendrían que ofertar una serie de opciones que le aseguraran a la población tener acceso a esa condición de bienestar y lo que se puede observar de éstos es que la oferta va más bien en el sentido contrario, es decir, con un catálogo de enfermedades en mano<sup>7</sup> ofrecen soluciones a las mismas<sup>8</sup>. Debido a que esta aproximación es la que prevalece en los servicios de salud, entonces resulta conveniente ver a la salud como un bien. Esto significa que la salud es algo que se puede adquirir, es decir, es un producto por el cual se puede pagar un precio.

Por otro lado, el costo del bien establecido como salud se encuentra asociado con un valor, pero ¿qué es el costo? ¿precio y costo son la misma cosa? ¿a qué se refiere el término valor?

### **Precio, costo y valor**

Estos son tres conceptos que se utilizan con mucha frecuencia en el ámbito económico y es importante conocer las diferencias entre ellos:

- el costo es lo que se gasta en fabricar un producto u otorgar un servicio
- el precio es el dinero que se recibe por vender el producto o el servicio
- el valor es lo que los clientes están dispuestos a pagar por el producto o el servicio

Con estos conceptos se puede inferir que el costo y el precio se relacionan a través del valor del producto o servicio. Determinar el valor del bien no es tarea sencilla ya que costo y valor apuntan a diferentes aspectos: mientras el primero se determina a partir de los componentes físicos, intelectuales, de logística, normativos, etc. que se requieren para la creación del bien, el segundo se avoca a encontrar los elementos que hacen del producto o servicio un bien atractivo, necesario o indispensable para que el consumidor esté dispuesto a pagar una cantidad de dinero por él.

En el caso de la salud la relación entre costo, precio y valor es especialmente complicada ya que el bien en cuestión tiene componentes de muy diversa naturaleza. Podemos hablar de salud como el estado de ausencia de enfermedad o como un estado integral de bienestar, lo que sea que signifique para cada *consumidor*. Por un lado el costo se establece en función de diferentes factores, muchos de los cuales no se pueden controlar; los cambios en los aranceles e impuestos debido a circunstancias tan diversas como una guerra en Medio Oriente, el alza en los precios de un componente, la generación de una nueva tecnología, etc. son situaciones que impactan, en la mayoría de los casos negativamente, el costo de la producción. El precio en salud es tema de constante debate y controversia, los involucrados en la producción de bienes en salud han tratado de controlar los precios, pero debido a las características, la complejidad y las presiones a las que está sometida el sector, esto no ha tenido éxito. Finalmente se pretende presentar el valor de un bien en salud como el máximo posible al consumidor por razones obvias.

## Tipos de Costos

El costo de un producto se define a partir de los componentes que participan en su generación. Para establecer un costo se requiere tener toda la información posible a fin de identificar los factores de producción y asignarles un valor numérico. De acuerdo a la disponibilidad de la información con respecto a éstos podemos definir los siguientes costos:

- Costos directos.- son los costos que surgen a partir de contabilizar todos los elementos que se requieren para desarrollar el producto o servicio.
- Costos indirectos.- son los costos que surgen de los elementos de apoyo que se requieren para el desarrollo del producto o servicio. Estos elementos no están directamente relacionados con el producto final aunque sí son necesarios para que éste se pueda generar.
- Costos intangibles.- son los costos asociados a aspectos que no tienen relación con el producto o servicio, pero que surgen como efectos o consecuencias de la creación o desarrollo de éstos.

En el caso del desarrollo de un equipo médico algunos ejemplos de costos serían:

- Costos directos: materiales para su fabricación como metales, polímeros, cables, electrodos, papel térmico de impresión, palancas, botones, etc.
- Costos indirectos: luz, agua, locales para la fabricación, conectividad, renta de equipo especial, etc.
- Costos intangibles: nivel de preparación y experiencia del equipo de diseño y desarrollo, imagen y prestigio tanto del individuo como de la empresa que lo fabrica, etc.

La asignación numérica del costo aumenta en dificultad conforme se pasa de los costos directos a los indirectos y luego a los intangibles. Al realizar un análisis económico, la cuantificación de los costos indirectos e intangibles requiere de un trabajo importante en la obtención de la información que permita exponer de manera fiel el aporte de los elementos involucrados de tal forma que el valor que el producto genere sea apreciado por el consumidor a tal punto que esté dispuesto a pagar el precio por él.

## 4.2. Análisis económicos

En la realización de un análisis económico el principal objetivo es determinar la relación entre los factores involucrados y los costos asociados para obtener información que dé soporte a la toma de decisiones. Para tal fin se define la evaluación económica como el análisis comparativo de las acciones alternativas en términos de sus costos y consecuencias [6]. Este tipo de evaluación abarca la identificación, cuantificación, valoración y comparación de los costos y consecuencias de las alternativas consideradas.

La identificación de los costos permitirá separar aquellos que están directamente asociados a la solución propuesta de aquellos que tienen una relación indirecta con la misma. La cuantificación determinará la cantidad de recursos que la solución requiere para ser implementada. Por su parte la valoración se encarga de asignar un valor monetario a cada recurso requerido por la solución propuesta. Finalmente la comparación permite apreciar el aporte de cada solución propuesta a fin de obtener información que coadyuve a la toma de la decisión.

## Función de producción

Uno de los conceptos que ayudan a desarrollar estas actividades es la función de producción. La producción se define como una serie de actividades por las cuales los insumos o recursos utilizados como materia prima, mano de obra, capital, tierra y talento empresarial son transformados en un determinado periodo de tiempo en productos como bienes o servicios [7]. La función de producción es la relación física entre los insumos utilizados por la empresa y sus productos (bienes o servicios) por unidad de tiempo [8].

Esta relación puede expresarse simbólicamente de la siguiente manera:

$$Q = f(X_a, X_b, X_c, \dots X_n)$$

donde  $X_a, X_b, X_c, \dots X_n$  representan las cantidades de distintos tipos de insumos y  $Q$  representa la cantidad de producto total por periodo de tiempo a partir de combinaciones específicas de estos insumos.

En el capítulo anterior se presentaron diferentes métodos que permiten realizar la evaluación económica de un proyecto, un problema o una situación que requiere de una solución. A manera de resumen tenemos los siguientes tipos de análisis:

- Minimización de costos.- Al tener las alternativas la misma efectividad, se busca la del menor costo
- Costo-efectividad.- Las alternativas se comparan con una única medida de resultado, el costo se evalúa por unidad de resultado
- Costo-utilidad.- El costo de la solución se compara con la mejora en el estado de salud asociado a dicha solución
- Costo-beneficio.- El resultado de las soluciones se evalúa en términos monetarios para determinar si la solución justifica sus costos.

El cuadro que se presenta en la Figura 1 y tomado de [9] ayudará a identificar el tipo de análisis de acuerdo a la disponibilidad de información que se tenga para atender el problema de evaluación económica. Si no se cuenta con la información de los costos y de las consecuencias y no hay opciones propuestas para resolver una situación o problema, entonces se habla de una evaluación parcial donde se examinan solamente ya sea los costos o los resultados, lo que se tenga disponible, y que tiene como salida una descripción de éstos. Tal es el caso no.1.



¿Se compara entre dos o más alternativas?	¿Se analizan costos y consecuencias?		
	No		Sí
	No	Examina sólo costos	Examina sólo resultados
1. Evaluación Parcial			
Si	Descripción de Resultados	Descripción de Costos	Descripción de costos y resultados
	3. Evaluación Parcial		4. Evaluación económica completa
	Evaluación de eficacia o efectividad	Análisis de costos	Costo- minimización Costo-efectividad Costo-utilidad Costo-beneficio

Figura 1. Comparación de los tipos de análisis económicos con respecto a la disponibilidad de la información tomado de [9]

El caso no. 2 se presenta cuando se tiene información sobre los costos y los resultados de una opción de solución; en este caso se realiza una evaluación parcial, ya que no se cuenta con una alternativa para comparar la solución propuesta, que tiene como salida una descripción de costos y resultados de la misma. Si es posible tener información sobre dos o más alternativas de solución pero ésta solo incluye costos o resultados también se dice que la evaluación económica es parcial como es el caso no. 3; el resultado será ya sea una evaluación de la eficacia o efectividad si se cuenta con la información de los resultados o un análisis de costos si sólo se tiene este tipo de datos. Finalmente si se cuenta con la información de los costos y de las consecuencias de las opciones a evaluar (caso no. 4) se puede realizar una evaluación económica completa eligiendo el método que mejor convenga a la situación a abordar.

De acuerdo a [10] el uso de los recursos para estimar los costos a partir de la función de producción debe atender los siguientes aspectos:

- Una combinación óptima de insumos para generar el producto
- Una técnica también óptima para generar el producto
- La cantidad a producir
- La determinación de los productos que se generarán

De manera general la función de producción aplicada a un servicio de salud tendría a los insumos como su principal elemento; éstos se complementan incluyendo consideraciones técnicas y la incorporación del recurso humano para garantizar niveles de calidad que provoquen la satisfacción del cliente (paciente) al recibir el producto (servicios de salud). Tomando como base lo anterior se plantea una aproximación a través del siguiente ejemplo aplicando los conceptos para definir una función de producción en relación a las actividades del ingeniero biomédico.

La capacitación es una de las funciones importantes que se requieren para apoyar la incorporación de tecnología al hospital. Cada vez que un equipo llega al servicio clínico, se suelen

dar algunas sesiones al personal que lo va a utilizar donde se muestran las funciones del mismo y se enseña cómo operarlo y cuidarlo. En este caso la función de producción se aplicará a un curso de capacitación para el manejo apropiado de un equipo médico<sup>9</sup>.

Los insumos para esta función de producción son:

- Personal: ingeniero biomédico, técnico, secretaria, personal de apoyo
- Infraestructura: instalaciones hospitalarias, equipo médico, servicio de internet
- Materiales: documentos de apoyo (manuales y fichas técnicas), cuaderno de notas

Para obtener la combinación óptima de insumos se tiene que definir la mejor técnica para generar el producto, definir el producto y la cantidad de producción. El producto será un curso de capacitación para el uso de un equipo médico y para tal fin se aplicará el proceso mostrado en la Figura 2 [11]:

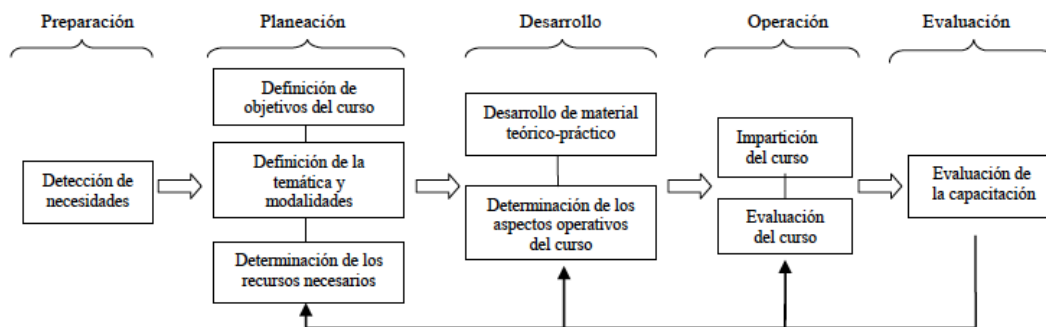


Figura 2. Diagrama del proceso de capacitación tomado de [11]

De acuerdo a lo anterior la función de producción quedaría conformada de la siguiente manera:

$Q$  = Un curso de capacitación de un equipo médico de 5 horas de duración

$X_{p1}$  = 20 horas de trabajo del ingeniero biomédico que preparará el curso<sup>1</sup>

$X_{p2}$  = 8 horas de trabajo del técnico que hará las demostraciones

$X_{p3}$  = 8 horas de trabajo de la secretaria que producirá la documentación del curso

$X_{p4}$  = 5 horas de trabajo del ingeniero biomédico que impartirá el curso

$X_{p5}$  = 5 horas de trabajo del pasante que apoyará al ingeniero y técnico durante el curso

$X_{i1}$  =  $n$  equipos médicos sobre los que se realizará el curso de capacitación;  $n$  dependerá del cupo del curso y de la disponibilidad de equipos en el hospital

$X_{i2}$  = instalación (eléctrica, gases, comunicaciones, etc.) que requiere el equipo médico para su funcionamiento

<sup>1</sup> Se asume que por cada hora de curso se requieren 4 horas para identificar, ordenar y preparar el material que se impartirá

$X_{m1}$  = manual de operación y manual técnico del equipo motivo del curso

$X_{m2}$  = cuaderno de notas para cada participante del curso

Una vez identificados los componentes de la función de producción se pueden definir los costos asociados mediante la cuantificación del costo de cada componente. Esto servirá como base para el costeo en la evaluación económica.

El desarrollo de una evaluación económica requiere de la definición del problema o situación a abordar, la determinación de los costos involucrados, la especificación de los resultados y la decisión sobre el tipo de análisis económico que se realizará. Estos pasos se pueden integrar en una metodología que de manera general oriente en la realización de las evaluaciones económicas, en particular de aquellas que involucren tecnología médica.

### 4.3. Metodología

En la realización de un análisis económico resulta conveniente contar con una metodología como base para que los esfuerzos se orienten a resolver el problema o situación planteada y que sea de valor para el o los tomadores de decisiones. La siguiente propuesta se basa en la metodología publicada por el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC) [12]; se adicionaron notas y elementos que permitan ejemplificar cada paso en el marco de referencia de tecnologías médicas. La metodología se desarrolló tomando como referencia principal la realización de un análisis costo-efectividad, sin embargo, los pasos a seguir se pueden adaptar a cualquiera de los otros tipos de análisis económicos.

#### **Aspectos a considerar**

Dado que nos interesa aplicar los métodos de evaluación económica a los asuntos relacionados con la tecnología médica existen algunos aspectos que se deben tomar en cuenta desde el principio, los cuales se expondrán a continuación.

La evaluación económica de una tecnología médica no se puede considerar de manera independiente a las evaluaciones técnica, clínica y de impacto social; ésta debe ser una parte que se integre a las otras evaluaciones a fin de valorar una tecnología médica. Si solamente se tomara en cuenta a la parte económica para la evaluación de una tecnología médica, la decisión quedaría fuertemente sesgada al aspecto de costos. Al no integrar dentro de la evaluación los otros aspectos mencionados se pierde valiosa información sobre el contexto que particulariza la situación o problema a abordar. Por ejemplo, la evaluación de la tecnología que equipará un área crítica arrojará diferentes resultados de acuerdo a las características y contexto del hospital que requiera dicho equipamiento. Los factores a considerar no serán los mismos si se trata de equipar

el área crítica de un Hospital de Alta Especialidad o de un Hospital General; algunos de ellos son el número y perfil de pacientes que se atenderán, el presupuesto asignado a cada institución o el recurso humano en términos de número y grado de especialidad del personal requerido para la apropiada operación del área crítica.

Al realizar una evaluación económica, la aproximación más utilizada se basa en el análisis de costos. Resulta razonable enmarcar el proceso evaluativo dentro de unidades medibles por lo que el costo es la elección natural. En este caso se considera el valor del costo unitario de la tecnología bajo evaluación y se aplica la función de producción que se adecúe a los objetivos de la evaluación económica.

Es claro que la determinación de esta función de producción requiere que se consideren los diferentes detalles que se relacionan con la atención a los pacientes, y que esto va más allá de una simple relación de elementos a contabilizar. Es por eso que se recomienda enmarcar el análisis económico dentro de la generación de procesos para que se facilite la identificación de los elementos participantes en la función de producción tal como se ejemplificó en la sección anterior.

Puesto que nos interesa realizar una evaluación económica el elemento más recurrente será el costo; en este caso se determinará el costo unitario de la tecnología médica incorporando los aspectos antes mencionados. Este costo se obtiene a partir de integrar los siguientes elementos:

- Costo de producción, el cual se define como la expresión del valor de un bien o servicio en términos monetarios.
- Centros de costo, los cuales se determinan con las actividades que se integran dentro de la cadena de producción.
- Flujo del proceso, el cual queda especificado a partir de la determinación principalmente de los flujos de los subprocesos del paciente, la tecnología y el protocolo de atención.

A continuación se describirán los pasos a seguir para realizar un análisis costo-efectividad.

## **Análisis Costo-Efectividad**

La siguiente metodología se propone como un punto de partida para el desarrollo de evaluaciones económicas que tengan relación directa con la incorporación y uso de tecnologías médicas. Se eligió como base el análisis costo-efectividad por ser de los más completos y más utilizados en economía de la salud, además de aportar elementos de interés a la toma de decisiones. La metodología se describirá como pasos a seguir, y en cada uno de ellos se detallarán los aspectos más relevantes correspondientes a la evaluación aplicada a una tecnología médica.

### *1. Objetivos*

El primer paso es establecer el o los objetivos de la evaluación a partir de la definición de la pregunta de investigación. Se hace uso de una pregunta porque es la manera más directa y clara de establecer un punto de partida ya que ésta obliga a definir de manera concisa lo que se

pretende obtener con la evaluación. Dado que estamos hablando de un análisis costo-efectividad, la pregunta de investigación se escribe en términos de costos y efectos en salud. Algunos ejemplos de éstas son:

1. ¿Es la mastografía costo-efectiva con respecto a la detección oportuna del cáncer de mama?
2. ¿Es la resonancia de mama costo-efectiva para el seguimiento de casos de cáncer de mama cuyas complicaciones no se pueden resolver con la mastografía?
3. ¿Cuántas unidades de hemodiálisis se requieren en el Hospital X para atender la demanda?

La primera pregunta aborda directamente la cuestión de la efectividad con respecto al costo de la técnica para una situación específica. En este caso no se involucró la tecnología en la pregunta (mastógrafos analógicos, digitales, etc.) porque se quiere evaluar todo el proceso de detección oportuna de cáncer de mama. Sin embargo, dentro del costo unitario necesariamente se tendrá que incluir el aspecto tecnológico dado que el equipo médico es necesario para la realización de una mastografía.

Algo similar sucede con la pregunta 2, de hecho esta pregunta puede formar parte del seguimiento que se le daría a un proyecto de salud pública alrededor del cáncer de mama donde en la primera etapa se trató de la oportunidad en el diagnóstico mientras que en esta se abordaría el problema ya detectado. Esta pregunta de investigación está más orientada a la tecnología médica dado que se está buscando determinar la efectividad del equipo en situaciones complicadas, y como el estudio por esta técnica tiene un costo importante, el costo unitario será un elemento determinante para dar respuesta a esta pregunta.

La pregunta 3 tiende más hacia el aspecto económico ya que se requiere determinar la cantidad de unidades (equipo, instalación, insumos) dentro de un espacio finito (recurso limitado por el área hospitalaria dedicada al servicio de hemodiálisis) que balancee la cantidad de tratamientos demandados por la sociedad. La efectividad en este caso estará dada por la satisfacción de la demanda, uno de los problemas en este caso será determinar esta efectividad de manera objetiva y contable.

## 2. Antecedentes

En los antecedentes se investigan las condiciones de salud y población específica del grupo de pacientes que pertenecen al estudio. En el ejemplo de las preguntas de investigación los antecedentes se centrarían en

1. Las mujeres en el rango de edad que presenta una mayor prevalencia de cáncer de mama
2. El perfil clínico de mujer con cáncer de mama que describan los casos de estudio
3. La población que asiste al Hospital X solicitando los servicios de hemodiálisis

Es importante hacer notar que si la pregunta de investigación estuvo bien planteada, la población objetivo queda directamente determinada. Los antecedentes incluyen la descripción demográfica,

las condiciones clínicas y los requerimientos y necesidades detectadas. El objetivo de los antecedentes es exponer el escenario en el cual se plantea la pregunta de investigación con elementos que permitan apreciar la problemática a abordar.

### 3. Revisión de la evidencia económica

Se realiza una revisión sistemática de análisis económicos relacionados con la pregunta de investigación, que en su mayoría son trabajos publicados ya sea en revistas especializadas o en sitios relacionados con los sistemas de salud. Una fórmula muy recurrente que se utiliza para desarrollar los análisis económicos es el meta análisis; éste consiste en realizar una revisión de trabajos relacionados con el tema sin ahondar en la información que éstos contienen. Para el caso de evaluación de tecnologías médicas no es fácil encontrar de manera directa la evidencia económica ya que la mayoría de los trabajos realizados se enfocan más bien en el procedimiento clínico. En este sentido gran parte del el trabajo del Ingeniero Biomédico consistirá en crear esa evidencia a partir de los registros que genere a partir de la evaluación tecnológica desde las primeras etapas del proceso. Es importante recalcar que todos los registros con que se cuenten, si están bien realizados, aportarán elementos para que se pueda desarrollar una evaluación económica adecuada por lo que nunca hay que desestimar el valor de un registro completo y bien elaborado. Ya sea un formato de mantenimiento correctivo o un cuadro comparativo, ambos se beneficiarán con elementos económicos cuantitativos.

Existen algunas fuentes que pueden servir de referencia para la búsqueda de la información que apoye a la evidencia económica. Esto sitios están relacionados directamente con la gestión en salud en general y algunos de ellos en la de tecnologías médicas. Los más consultados son:

- Health Technology Assessment International (HTAI: <http://www.htai.org>). Es una sociedad científica y profesional orientada a los involucrados en la producción, uso y gestión de tecnologías médicas. Sus miembros pertenecen a más de 65 países e incluyen investigadores, agencias, hacedores de políticas, gente de la industria, académicos, proveedores de servicios de salud y pacientes/consumidores. Sus eventos así como el acervo de documentos, que incluyen la edición de una revista, es una fuente muy amplia de información para el desarrollo de evaluaciones de tecnología médica.
- COCHRANE: <http://www.cochrane.org>. Es una organización sin fines de lucro independiente y no gubernamental que consiste de un grupo de más de 37,000 voluntarios en más de 130 países. Su objetivo es organizar la información resultado de la investigación médica de tal forma que se faciliten las elecciones de los profesionales de la salud, pacientes, hacedores de políticas y todos los que están involucrados en la toma de decisiones en salud de acuerdo a los principios de la medicina basada en la evidencia. El nombre es en honor al Dr. Archie Cochrane, un investigador médico de Inglaterra cuyas contribuciones al desarrollo de la epidemiología como ciencia fueron notables. Posee una librería donde se pueden encontrar revisiones sistemáticas y meta análisis que resumen e interpretan los resultados de la investigación médica. Es un buen punto de inicio cuando se abordan situaciones centradas en el procedimiento clínico, no tanto en la tecnología médica.

- Instituto ECRI: <https://www.ecri.org>. Conocido anteriormente como Emergency Care Research Institute, es una organización independiente sin fines de lucro que realiza investigaciones para la mejora de la condición del paciente. Tiene oficinas en Estados Unidos, Reino Unido, Emiratos Árabes Unidos y Malasia. Cuenta con más de 5,000 miembros y clientes entre los que se encuentran hospitales, sistemas de salud, contribuyentes públicos y privados, agencias federales y estatales del gobierno norteamericano, pacientes, ministerios de salud, asociaciones y agencias acreditadas alrededor del mundo. Se especializa en desarrollar y difundir los resultados de la investigación en temas como la mejora en seguridad del paciente, análisis de efectividad comparativa, gestión del riesgo y de la calidad, práctica basada en la evidencia, procesos en salud, mecanismos, procedimientos y tecnología farmacéutica. Es una excelente fuente de información aunque sus mejores productos tienen un costo elevado para adquirirlo de manera individual.

En muchos países existen instancias relacionadas con el ámbito de la salud y las tendencias en investigación médica como la mencionada medicina basada en la evidencia. Algunos de los más notables son:

- National Institute for Health and Care Excellence (NICE: <https://www.nice.org.uk>).
- Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health (CADTH: <https://www.cadth.ca>).
- Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ: <http://www.ahrq.gov>).
- Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC: <http://www.cenetec.salud.gob.mx>)
- Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria (IECS: <http://www.iecs.org.ar>).
- Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (OSTEBA: <http://www.osakidetza.euskadi.eus/r85-pkoste01/es/>)

La mayoría de estos sitios se especializan en evaluación de tecnologías en salud y algunos tienen bien desarrollada la parte económica. Lo más importante es que deben tomarse como sitios de consulta y no tratar de implementar los procedimientos particulares tal como aparecen sin antes evaluar el contexto bajo el cual se establece el problema a abordar. De esta manera el resultado de la evaluación será de mayor valor al tomador de decisiones.

#### *4. Método de evaluación económica*

En este paso se elige el tipo de evaluación económica que se va a realizar. A estas alturas se cuenta con la información suficiente para determinar si se puede desarrollar una evaluación parcial o una completa. En este último caso se puede optar por cualquiera de los métodos de análisis de costo-beneficio, costo-efectividad, costo-utilidad o minimización de costos.

Uno de los aspectos a considerar tiene relación con la selección y uso de las tecnologías involucradas y el problema de salud que se está atendiendo. Se deben especificar tanto las aplicaciones de la tecnología como el grupo de pacientes receptores de los resultados como se especificó en los antecedentes. Si el problema a abordar tiene como finalidad la prevención se tendrá que incluir el perfil epidemiológico de la enfermedad a prevenir. En cualquier caso la

recomendación es incluir la historia natural de la enfermedad para tener los elementos suficientes para el costeo, sobre todo de los intangibles.

Al trabajar con situaciones que incluyen la selección y uso de tecnologías médicas el caso que con mayor frecuencia se presenta es el del reemplazo de la actual por otra tecnología, la cual puede ser nueva o mejorada, por lo que se suele desarrollar un análisis comparativo. Queda claro que el análisis de costo-efectividad es el que más se acomoda a nuestras necesidades. En caso de que haya igualdad de beneficios y semejanzas en la tecnología, el método a elegir sería el de minimización de costos.

Existe otra posibilidad que puede presentarse: cuando no hay ningún elemento o elementos suficientes que permita hacer la comparación. La salida en este caso puede considerar el no hacer nada, lo cual también es una opción. Esto significa que las propuestas de solución no aportan valor suficiente para ser tomadas en cuenta; en el caso de un análisis costo-efectividad ninguna de las propuestas de solución presentan evidencia de ser más efectivas que la situación actual por lo que se opta por dejar las cosas tal y como están actualmente. Obviamente esta salida tiene un costo, el cual habrá de calcularse con todos los elementos disponibles para tener una certeza de que es la mejor opción a tomar en el presente.

##### *5. Perspectiva de análisis*

En los objetivos se estableció la pregunta de investigación la cual, si estuvo bien planteada, facilita la búsqueda de la información en los antecedentes y además aclara la perspectiva desde la cual se desarrollará el análisis. Los análisis costo-efectividad se pueden enfocar en diferentes perspectivas: la del paciente, la del pagador o financiador, la perspectiva social, etc.; en esta última se consideran los costos y los ahorros directos e indirectos relacionados con el paciente. Por ejemplo, se puede determinar la relación entre el costo de la intervención y la productividad perdida por el paciente debido a su incapacidad, el costo asociado con el transporte del paciente desde su domicilio hasta el centro de salud donde recibirá su tratamiento, etc. Por lo general este paso se aplica a situaciones relacionadas con el sector público como pueden ser los programas de salud comunitaria o programas emergentes ante situaciones de riesgo donde se puede apreciar claramente el aspecto social.

Para el caso de la evaluación de tecnologías médicas se puede plantear una perspectiva social con respecto a los costos que conlleva la actualización de la tecnología existente o la incorporación de nueva tecnología a los servicios clínicos. Uno de los factores en los que se debe centrar la perspectiva social tendría que ser el paciente, por lo que también se puede abordar el ámbito social a partir del costo que implica contar con el recurso tecnológico, humano, de infraestructura y de conservación para la atención oportuna al paciente. En este sentido existe una oportunidad para desarrollar trabajo relacionado con el análisis del impacto social que presenta el uso de tecnologías médicas en las instituciones de salud. Si bien la información requerida con respecto a los costos y su implicación social no es fácil de obtener, debido entre otras razones a la falta del registro de costos asociados con el uso de las tecnologías o a su deficiente desarrollo, esta tarea debe tener una alta prioridad dentro de las funciones del ingeniero biomédico en el hospital.



## *6. Medida de efectividad*

La efectividad se define como la relación entre objetivos y resultados bajo condiciones reales [13]. En el análisis costo-efectividad, ésta se puede medir de diferentes maneras. Por un lado se pueden considerar medidas intermedias como las relacionadas a los cambios en la confiabilidad de la medición de parámetros fisiológicos o los efectos colaterales que resultan del uso de la tecnología médica en el servicio clínico. Por ejemplo, si durante el proceso de evaluación de una tecnología que requiere condiciones específicas para su funcionamiento, como grado de humedad o temperatura, no se tomaron en cuenta las adecuaciones a las que deberá someterse el espacio físico que la contendrá, es muy probable que su funcionamiento no tenga el grado de efectividad deseable. Entonces, si se trata de un sistema de monitoreo, las mediciones que arroje en relación al estado del paciente no serán del todo confiables, por lo que el costo se verá incrementado al tener que derivar al paciente a otro lugar para repetir el procedimiento. Asimismo, si se decide realizar las modificaciones al espacio donde se colocará la tecnología adquirida, las acciones que se lleven a cabo impactarán los espacios inmediatos. Los servicios clínicos aledaños tendrán que aislarse de alguna manera del espacio donde se realizarán las adecuaciones, quizá suspender temporalmente sus funciones, impactando de esta forma su efectividad.

Por otro lado se pueden tomar mediciones finales de efectividad como el número de vidas salvadas o los años de vida ganados como resultado del cambio de tecnología o de procesos asociados con el uso de la misma. Es importante mencionar que aunque se trate de una evaluación de tecnología, la efectividad debe establecerse con respecto al paciente.

Para modelar la efectividad se deben incorporar las consideraciones, supuestos y alcances del análisis. Estos pueden verse como las condiciones iniciales y a la frontera del problema. Las condiciones iniciales se refieren a las premisas bajo las cuales se establecerá la pregunta de investigación, mientras que las condiciones a la frontera se conforman por los supuestos y los alcances que abarcan al problema. Asimismo se debe incorporar la evidencia científica obtenida de la información y de los resultados obtenidos al realizar las investigaciones.

## *7. Horizonte temporal*

El horizonte temporal es un período de tiempo para realizar la evaluación económica. En general se hace referencia a la historia natural de la enfermedad dado que tanto la pregunta de investigación, los antecedentes y la perspectiva de estudio están relacionados con la aplicación de soluciones para retomar el estado de salud. Para el caso particular de la evaluación económica de tecnologías médicas la determinación del horizonte temporal dependerá del objetivo de la misma, aunque se puede incluir información sobre el ciclo de vida de la tecnología para conformarlo. Por ejemplo si se trata de una adquisición se puede proponer un período de tiempo que corresponda al ciclo de vida del equipo a evaluar; por otro lado si la evaluación está orientada más bien hacia el uso de tecnología para un problema de salud particular, el horizonte temporal estará en función de la misma tecnología y se espera que el periodo correspondiente a su ciclo de vida venga incluido.

## 8. Medición de costos

La determinación de los costos es fundamental para la realización del análisis costo-efectividad. Éstos deben definirse detalladamente de tal forma que se garantice cubrir todos los aspectos relacionados con el producto final. De esta forma se deberán determinar los costos unitarios y la cantidad de recursos empleados. Algunas consideraciones para el costeo en evaluaciones económicas de tecnología médica son:

- Incluir los costos médicos asociados directamente como consecuencia de la tecnología bajo estudio. Por ejemplo, se pueden incluir los costos de consumibles como soluciones especializadas para la realización de la función como el gadolinio para ciertos estudios de Resonancia Magnética. En función del objetivo del análisis, se pueden considerar tanto los costos directos no médicos, por ejemplo los costos de instalación, consumibles o de mantenimiento, como los costos indirectos.
- Ajustar los costos y cantidades consideradas a una base común, la cual se establece con base en el mismo período de evaluación seleccionado. Esto significa que se deben utilizar los precios constantes a un solo año donde la información se obtiene de la tasa de inflación del sector salud publicada por el Banco de México<sup>10</sup>. Esta aproximación permite determinar el costo total de la tecnología durante su ciclo de vida de uso en el hospital haciendo proyecciones hacia el futuro.
- Para el costeo se debe tomar en cuenta el principio de distribución temporal de costos (costos de utilidad) y los beneficios (preferencias inter-temporales)<sup>11</sup>. Bajo un escenario base, los costos son descontados a una tasa del 5%, que es la convención de facto para las evaluaciones económicas en el ámbito hospitalario<sup>12</sup> [14].
- Adicionalmente, cuando se realiza el análisis de sensibilidad, el cual se explicará posteriormente, los costos son descontados a una tasa del 3% con el fin de poder compararlos con las evaluaciones publicadas en otras jurisdicciones<sup>13</sup> [14].

## 9. Presentación de resultados

Como resultado del análisis, la presentación de los resultados obtenidos se realiza a través de indicadores. Entre los más utilizados se encuentran[15]:

- RCEP: Razón entre costos y efectividad promedio.- es un indicador que permite hacer comparaciones relativas entre dos alternativas. La efectividad promedio se calcula a partir del porcentaje de éxitos sobre los costos variables [16].
- RCEI: Razón costo-efectividad incremental.- es la relación que existe entre los costos y efectividades de dos alternativas y está dada por  $\left(\frac{C_2 - C_1}{E_2 - E_1}\right)$ , donde  $(C_1, E_1)$  es el binomio correspondiente a los costos y la efectividad de la alternativa 1 y  $(C_2, E_2)$  corresponde al binomio de los costos y la efectividad de la alternativa 2. En el caso de evaluación tecnológica el segundo binomio corresponde a la tecnología a evaluar mientras que primer binomio corresponde al escenario contra el cual se realizará la comparación.

## 10. Análisis de Sensibilidad

En todo análisis se presentan variables cuyo comportamiento está fuera de nuestro control. Se presenta un grado de variabilidad en los factores no controlables de la función de predicción, y aunque al principio se hayan hecho consideraciones al respecto, éste se debe tomar en cuenta para probar la robustez de los hallazgos. La aplicación de este análisis se orienta más hacia identificar la variabilidad de los subgrupos de la población objetivo que presenta diferentes resultados.

El análisis de sensibilidad se realiza sobre las variables que presentan un grado de incertidumbre, los cuales impactan en los costos. Estas pueden ser variables no medidas por la dificultad en obtener la información, valores asignados a variables de costo al no tener información sobre el costo de oportunidad, las tasas de descuento inter-temporales porque el grado de importancia de las mismas puede no ser conocido, etc. [17]. Por lo general se trata de un análisis multivariado sobre los diferentes escenarios que pudieran presentarse entre el más positivo y el más negativo, el cual puede ser probabilístico para probar la robustez de las conclusiones.

## 11. Conclusiones

La última parte de la evaluación económica corresponde a las conclusiones y es en esencia la respuesta a la pregunta de investigación hecha al principio. Para responder si una opción *A* es costo-efectiva en comparación con una opción *B* o más, se consultan los resultados obtenidos de la evaluación realizada. Para el caso de evaluaciones de tecnologías médicas el procedimiento va en torno a identificar si alguna de las opciones domina a las demás, es decir, si en algún caso la relación costo-efectividad es tan abrumadoramente positiva con respecto a las demás entonces se dice que esta opción es la alternativa dominante. La Tabla I muestra las opciones que pueden presentarse al evaluar una nueva tecnología con la que actualmente se encuentra en uso.

Tabla I. Decisión sobre el análisis costo-efectividad tomado de [18]

TECNOLOGÍA NUEVA (N) VS TECNOLOGÍA ANTERIOR (A)	MENOR EFECTIVIDAD EN<EA	MISMA EFECTIVIDAD EN=EA	MAYOR EFECTIVIDAD EN>EA
MENOS COSTO CN< CA	1. DECISIÓN NO CLARA -NO DOMINANTE	4. TECNOLOGÍA NUEVA DOMINA A LA ANTERIOR. INTRODUCIR LA TECNOLOGÍA NUEVA	7. TECNOLOGÍA NUEVA DOMINA A LA ANTERIOR. INTRODUCIR LA TECNOLOGÍA NUEVA.
MISMO COSTO CN= CA	2. TECNOLOGÍA ANTERIOR DOMINA A LA NUEVA	5. LAS TECNOLOGÍAS SON IGUALMENTE BUENAS	8. TECNOLOGÍA NUEVA DOMINA A LA ANTERIOR. INTRODUCIR LA TECNOLOGÍA NUEVA.
MAYOR COSTO CN>CA	3. TECNOLOGÍA ANTERIOR DOMINA A LA NUEVA	6. TECNOLOGÍA ANTERIOR DOMINA A LA NUEVA	9. DECISIÓN NO CLARA. -NO DOMINANTE

En= Efectividad de la tecnología nueva / Ea= Efectividad de la tecnología anterior / Cn= Costo de la tecnología nueva  
Ca= Costo de la tecnología anterior

Si la evaluación económica muestra que el uso de un equipo médico en la institución de salud es más efectivo que otro, y a su vez el menos costoso, esta alternativa se considera más costo-

efectiva; en este caso no es necesario obtener la razón costo-efectividad incremental. En el caso de igual efectividad, la alternativa con el menor costo debe ser la alternativa preferida. En los casos anteriores se dice que existe una alternativa dominante. Los casos en los que no hay opción dominante se presentan cuando una opción es menos costosa y menos efectiva o más costosa y efectiva que la otra, entonces la toma de la decisión se hará con base en elementos adicionales a los presentados por la evaluación.

## NOTAS

1. El concepto de tecnología sanitaria dado por la OMS es “La aplicación de conocimientos teóricos y prácticos estructurados en forma de dispositivos, medicamentos, vacunas, procedimientos y sistemas elaborados para resolver problemas sanitarios y mejorar la calidad de vida”.

Fuente: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/25987/1/A60\\_R29-sp.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/25987/1/A60_R29-sp.pdf)

2. El documento en el que se basa la metodología para evaluación económica se publicó en 2010 por parte del CENETEC y se eligió por ser parte de la información oficial que pretende orientar esta actividad dentro de las instancias de salud en México. Aunque es deseable una actualización y especificación de algunos de sus contenidos, el documento muestra de manera general los pasos a seguir para realizar la evaluación. Ref: [12]

3. En el capítulo 1, Introducción, se mencionaron los avances médicos de mayor impacto en 2016 de acuerdo a la Cleveland Clinic. Por su parte, la ECRI (Emergency Care Research Institute) ha difundido su lista anual de las tecnologías que mayores aportes tendrán en el cuidado de la salud. Con una aproximación basada en la evidencia, la lista de tecnologías innovadoras que establece como las mejores son:

1. Unidades móviles para accidente cerebrovascular
2. Seguridad cibernética en mecanismos médicos
3. Sensores inalámbricos portátiles
4. Marcapasos miniatura sin cables
5. Sistemas de iluminación LED azul-violeta
6. Nuevos medicamentos cardiovasculares de alto costo
7. Cambios en el panorama de la cirugía robótica
8. Tomografía espectral computada
9. Hidrogel inyectado bio-absorbible
10. Sistemas de perfusión para donación de órganos

Fuente:

<http://www.healthcareitnews.com/news/10-top-healthcare-technology-advances-2016-according-ecri>

4. En 2012 se gastaron alrededor de 41 billones de dólares en investigación y desarrollo de tecnología médica en Estados Unidos mientras que en el caso de medicamentos sólo el 5% de los

prototipos experimentales tienen éxito, esto implica que el costo de lanzar un sólo medicamento al mercado tiene un costo de 5 billones de dólares. Referencia:

<http://www.recode.net/2014/4/28/11626162/technology-made-health-care-expensive-can-it-now-control-costs>

5. La definición de cobertura de la OCDE incluye los siguientes aspectos:

Cobertura incluye los servicios cubiertos en el propio nombre de la persona así como de sus dependientes. La cobertura pública se refiere a los programas de gobierno financiados por los impuestos, los seguros de salud y los seguros sociales. La cobertura privada es por lo general voluntaria aunque también puede ser obligatoria por ley o como parte de las condiciones de trabajo. El análisis de todos los países de la OCDE, incluyendo México, se encuentra en [5]

6. La cita procede del Preámbulo de la Constitución de la Organización Mundial de la Salud, adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional de Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946. Ésta fue firmada el 22 de julio de 1946 por los representantes de 61 estados y entró en vigor el 7 de abril de 1948 estando vigente hasta la actualidad. Referencia:

<http://www.who.int/suggestions/faq/es/>

7. La OMS define enfermedad como "*la alteración leve o grave del funcionamiento normal de un organismo o de alguna de sus partes debida a una causa interna o externa*".

8. Esto no quiere decir que no existan planes integrales para la adquisición y conservación de la salud, sólo que su financiamiento resulta ser un proceso más largo y más dinámico comparado con los análisis económicos de tratamientos de enfermedades.

9. El ejemplo pretende abarcar el caso general donde pueda entrar cualquier tipo de equipo médico. Las particularidades se podrán incluir al aplicarlo a algún equipo de un servicio clínico específico.

10. Se puede consultar en la página del Banco de México.- <http://www.banxico.org.mx/portal-inflacion/inflacion.html>

11. Para explicar el concepto supóngase que en un momento dado las personas tienen alternativas de consumo de bienes tanto en el año en curso como en los subsecuentes. Esto no significa que necesariamente las personas opten por gastar ahora o después ya que sus costumbres, gustos y necesidades cambian a lo largo del año y de alguna manera determinan el comportamiento de su consumo. Dicho en otras palabras, cada persona tiene preferencias temporales con respecto al consumo de un bien en diferentes momentos del año y esto suele medirse por la tasa marginal de preferencia en el tiempo. Por ejemplo, si a una persona le es indiferente consumir \$1.00 en este año o \$1.15 el próximo, entonces se dice que posee una tasa marginal de preferencia del 15% por año.

Ref: Seijo, J. C., & Salas, S. (2006). *Bioeconomía pesquera: teoría, modelación y manejo* (Vol. 368). Food & Agriculture Org., pp.69

12. Los datos reportados corresponden al estado del arte en cuanto a evaluaciones económicas de intervenciones en salud, habrá que trabajar en el área de evaluación tecnológica para determinar si estos porcentajes se pueden aplicar de la misma manera.

13. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que en el análisis de sensibilidad los resultados se prueben con una tasa de descuento del 0% para los efectos en salud y un 6% para los costos. Igualmente se tendrá que trabajar para ajustar estos valores en el caso de evaluación económica de la tecnología médica.

Ref: World Health Organization, Making Choices un health: WHO Guide to Cost-Effectiveness Analysis, Tan-Torres T., Baltussen R., et al (Eds), Geneva, 2003, pp. 95.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Chial, H. (2008) DNA sequencing technologies key to the Human Genome Project. *Nature Education* 1(1):219

[2] Steinhubl, S. R., Muse, E. D., & Topol, E. J. (2015). The emerging field of mobile health. *Science Translational Medicine*, 7(283), 283rv3. <http://doi.org/10.1126/scitranslmed.aaa3487>

[3] Organización Panamericana de la Salud, Unidad Servicios de Salud y Acceso, disponible en [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=category&id=1920&layout=blog&Itemid=2033&lang=es](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=category&id=1920&layout=blog&Itemid=2033&lang=es)

[4] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, Indicadores de acceso y uso efectivo de los servicios de salud de afiliados al Seguro Popular, México DF, CONEVAL, 2014. Disponible en

[http://www.coneval.gob.mx/Informes/Evaluacion/Impacto/Acceso\\_y\\_Uso\\_Efectivo.pdf](http://www.coneval.gob.mx/Informes/Evaluacion/Impacto/Acceso_y_Uso_Efectivo.pdf)

[5] OECD (2015), *Health at a Glance 2015: OECD Indicators*. OECD Publishing, Paris, pp.120.

DOI: [http://dx.doi.org/10.1787/health\\_glance-2015-en](http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2015-en)

[6] Drummond M.F., Sculpher M.J., Torrance G.W., O'Brien B.J., Stoddart G.L. (2005) *Methods for Economic Evaluation fo Health Care Programs*, 3rd Ed., Oxford University Press, pp. 9.

[7] Zugarramurdi A., Lupin H. (1999) *Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera*. FAO Documento técnico de pesca, pp. 122,

[8] J. Quandt, R. Henderson (1971) *Microeconomic Theory: A Mathematical Approach*, McGraw-Hill.

[9] Drummond M.F., Sculpher M.J., Torrance G.W., O'Brien B.J., Stoddart G.L., *op cit*, pp. 11.

[10] Álvarez-Hernández F. (2007) Conceptos y Elementos a Considerar en el Análisis de Costos de la Atención Médica, *BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos*, 4(1):89-94, janeiro/abril.

[11] Martínez-Licon F., López-Rodríguez G., Martínez-Licon A. (2008). Proceso de Capacitación basado en el Modelo Japonés de Calidad Total, *Memorias del XXXI Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica*, pp. 86-89, Guadalajara Jalisco.

[12] CENETEC, Evaluación de tecnologías para la salud, Documento metodológico, Secretaría de Salud, 2010.

[13] Bounza A. (2000). Reflexiones acerca del uso de los conceptos de eficiencia, eficacia y efectividad en el sector salud, *Revista Cubana de Salud Pública*, 26(1): 50-56.

[14] Guidelines for the economic evaluation of health technologies: Canada [3rd Edition]. Ottawa: Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2006, pp.32. Diponible en:

[https://www.cadth.ca/sites/default/files/pdf/186\\_EconomicGuidelines\\_e.pdf](https://www.cadth.ca/sites/default/files/pdf/186_EconomicGuidelines_e.pdf)

- [15] Gold M.R., Siegel J.E., Russell L.B., Weinstein M.C. (1996). Cost-effectiveness in health and medicine. Oxford University Press.
- [16] Torres Correa R. (2013). El costo – efectividad medio: un enfoque matemático del porcentaje de éxitos sobre los costos variables, Ciencias Holguín, Vol. XIX, no. 4, pp.1-9  
disponible en : <http://www.redalyc.org/pdf/1815/181529929004.pdf>
- [17] U.S. National Library of Medicine, Health Economics Information Resources: a Self-study Course, National Center in Health Research and Health Care Technology (NICHSR), 2003, updated on 2016, Disponible en : [https://www.nlm.nih.gov/nichsr/edu/healthecon/04\\_he\\_08.html](https://www.nlm.nih.gov/nichsr/edu/healthecon/04_he_08.html)
- [18] Kristensen F.B., Bonnevie Birgitte M., Eriksen J., Sigmud H., Ejdrup Andersen S. & Andersen S. *Health Technology Assessment Handbook*. 2007. Disponible en: <http://sundhedsstyrelsen.dk/~media/ECAAC5AA1D6943BEAC96907E03023E22.ashx>

## 5. Casos de Estudio

El desarrollo de análisis económicos para el apoyo a la toma de decisiones ha sido utilizado ampliamente para abordar problemas y situaciones relacionadas con procedimientos clínicos, donde el elemento tecnológico forma parte de ellos. Son pocos los trabajos desarrollados por ingenieros biomédicos en esta área debido a diversas razones: la insuficiente información para realizar el análisis económico, la poca experiencia que se tiene en la materia, la carga de trabajo y las presiones externas de tiempo que hacen que las evaluaciones de tecnologías no profundicen el eje económico, etc. Aunque últimamente se han orientado esfuerzos hacia esta dirección, aún hay mucho por hacer en la evaluación económica de tecnologías médicas.

Este capítulo presenta tres ejemplos, a manera de casos de estudio, de cómo se pueden aplicar los conceptos económicos en la evaluación de tecnologías médicas. Durante su desarrollo se apreciará el efecto de las limitantes expuestas, sin embargo la forma en que se abordan las situaciones pueden ser de utilidad para sentar las bases de metodologías de evaluación económica que se integren a las evaluaciones de tecnologías médicas y que deriven en un real apoyo a la toma de decisiones. Así esta función del ingeniero biomédico resultará de mayor valor y más satisfactoria para los intereses de la institución de salud.

### 5.1. Cuantificación de Costos para la Valoración Económica dentro del Proceso de Evaluación de Tecnologías Médicas<sup>1</sup>

Tanto los procedimientos clínicos como los avances tecnológicos en materia de equipamiento médico han experimentado un nivel creciente de complejidad, esto ha provocado que surjan nuevas opciones de diagnóstico y tratamiento que permiten mejorar la calidad de vida de la población. Uno de los impactos de esta tendencia es el crecimiento acelerado del recurso tecnológico y la incorporación vertiginosa de la tecnología médica en los hospitales, lo cual ha llevado a un incremento muy significativo en los costos asociados a los servicios de salud. Los tomadores de decisiones, administradores y profesionales de la salud se enfrentan a un panorama ante el cual se requiere de herramientas cada vez más eficientes que permitan evaluar y controlar la tecnología una vez que ésta es introducida y difundida en la institución, a fin de analizar los beneficios reales, las consecuencias, su comportamiento, los costos y el riesgo que implica su uso dentro del entorno hospitalario [2].

La utilización de tecnología médica en Latinoamérica ha seguido un modelo que se ha visto influenciado por la transferencia tecnológica por parte de los países industrializados. En ellos, sus métodos de evaluación tecnológica en salud se desarrollan tomando en cuenta el contexto local, donde la asignación de presupuestos, los recursos tecnológicos y económicos y la capacitación del personal médico y asistencial son diferentes a los encontrados en nuestros sistemas de salud



[3]. En contraste, el control y la evaluación de la tecnología en nuestros países se ha enfocado en la elaboración de regulaciones relacionadas con la seguridad técnica y las prácticas de buena manufactura, los programas de adquisición e incorporación de equipamiento y las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de la tecnología médica. Sin contar con que la mayoría de las decisiones con respecto a la asignación de recursos en el sector salud están influenciadas por diferentes presiones políticas, sociales y económicas, y que en muchas ocasiones éstas se realizan con ciertos prejuicios y generalizaciones [4].

La asignación de recursos para la adquisición de equipos médicos es muy limitada en las instituciones de salud, especialmente en aquellas de carácter público. Por lo general la decisión para asignar estos recursos no están fundamentados en un análisis económico riguroso y tiende a desestimar la demanda tecnológica o del recurso humano que se requiere para cumplir con las necesidades reales de la institución. Esto dificulta la óptima derivación de los servicios de salud hacia la población.

Con respecto a los costos, el énfasis está puesto en el equipo en sí durante el proceso de adquisición. La evaluación económica trata de abordar los aspectos más relevantes relacionados con el uso de la tecnología dentro del hospital y termina con la adquisición de la misma. Pero, ¿qué pasa con los costos una vez que ya está en funcionamiento dicha tecnología?, ¿cuáles son los costos reales y cómo se puede utilizar esta información para tomar decisiones en cuanto a la disposición final y reemplazo tecnológico? En teoría se habla de los costos del ciclo de vida de la tecnología pero su definición está en función del tipo de tecnología médica y su entorno por lo que es difícil generalizarlos.

Como una aproximación al análisis de costos para la evaluación tecnológica, se describieron los procesos relacionados con las diferentes etapas del ciclo de vida de la tecnología médica para definir los elementos económicos que la conformarán. El proyecto original procedió de igual forma para los elementos clínicos y los técnicos a través de cuatro categorías integradoras: conservación, costos, impacto y uso, y se aplicó a tecnologías diagnósticas. Para los fines de este capítulo se extrajeron las secciones correspondientes a la definición de costos y se incorporaron a un esquema resumido de proyecto de investigación cuyo objetivo fue establecer los elementos económicos relevantes para la valoración de la tecnología diagnóstica a lo largo de su ciclo de vida dentro de una institución de salud<sup>2</sup>.

## **Metodología**

Para identificar los elementos económicos que formarán parte de la evaluación tecnológica se propuso definir el concepto de ciclo de vida de la tecnología diagnóstica identificando los procesos que se realizan en los servicios de radiología y dentro de ellos los recursos económicos invertidos para su desarrollo. El resultado fue la definición de los elementos de valoración económica que fueron obtenidos la recolección de información, la documentación reportada en la literatura y el análisis de la definición del ciclo de vida.

Se determinaron niveles de relevancia de los elementos económicos en relación a las etapas del ciclo de vida para ponderarlos dentro de un análisis integral junto con el eje técnico y el de impacto

social que se utilice para la evaluación de las tecnologías de diagnóstico. Estos elementos se cuantificaron para cuatro ejemplos de equipos de servicios de radiología en hospitales públicos y privados tanto de México como de Colombia. La metodología utilizada se puede observar en la Figura 1.

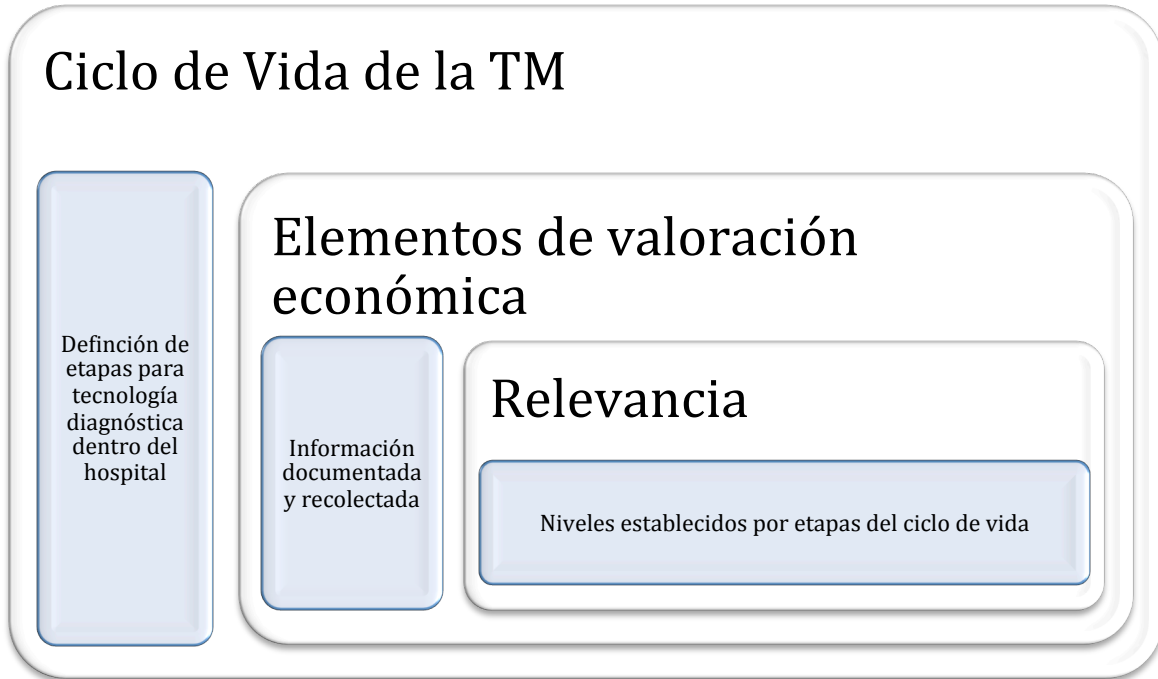


Figura 1. Metodología para la definición de los elementos económicos para la valoración de tecnologías diagnósticas

## Resultados

Con base en el análisis de las diferentes definiciones de ciclo de vida descritas en las referencias consultadas, se propuso el concepto de ciclo de vida para una tecnología que está en operación dentro del hospital así como sus etapas en función de cuatro factores [1]:

- Intensidad de uso
- Personal involucrado
- Recursos económicos
- Requerimientos de mantenimiento
- Impacto social

Enfatizando el aspecto económico, se obtuvieron los siguientes elementos de valoración:

1. Costos de exámenes.- Son los costos unitarios por modalidad de examen radiológico que se presenta en el servicio.
2. Costos relacionados con el mantenimiento de la tecnología diagnóstica.- Es el costo promedio relacionado con el mantenimiento preventivo de la tecnología diagnóstica; se

- toma en cuenta un período de evaluación y se toman los costos unitarios por tipo y modelo de equipo. Un elemento adicional de consideración es la existencia de garantías y el tiempo que éstas llevan activas.
3. Costos de materiales y partes reemplazadas utilizadas en la conservación del equipo.- Son los costos de dispositivos, instrumentos, insumos, accesorios, repuestos y demás requerimientos físicos que son utilizados para la realización del mantenimiento del equipo. Se cuantifican los costos unitarios por ítem en un período de evaluación definido.
  4. Costos de insumos para la utilización.- Son los costos unitarios promedio de cada insumo requeridos para hacer funcionar el equipo.
  5. Costos relativos al personal que opera el equipo.- Es el costo por hora del radiólogo encargado de operar la tecnología en el servicio clínico.
  6. Costos relativos al personal que realiza el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo.- Es el costo por hora del ingeniero o técnico encargado de realizar el mantenimiento de la tecnología en el servicio clínico.
  7. Costos del personal adicional que interviene en el servicio de Radiología.- Son los costos por hora de trabajo del personal técnico o profesional que trabaja en el servicio (por ejemplo transcriptor de diagnósticos médicos, técnico encargado de revelado de placas o de archivo de información digital, etc.).
  8. Costos asociados a un fallo o daño de la tecnología en el servicio clínico.- Se describen las potenciales fallas y/o daños que pueden ocurrir en el equipo y se costean las consecuencias.
  9. Indicadores de productividad y el efecto de una falla en los mismos.- Se describen los indicadores que el servicio utiliza para medir la productividad, incluyendo las fórmulas pertinentes, y se cuantifica el efecto de una falla o daño del equipo en ellos.
  10. Impacto de la tecnología en los costos indirectos del servicio clínico.- Son los costos indirectos involucrados en el servicio de Radiología.
  11. Costos de la adquisición de la tecnología médica.- Es el costo que viene en la cotización, del equipo al momento de su adquisición. Este costo incluye todos los aditamentos que el equipo requiere para su utilización dentro del hospital a excepción de los consumibles.

## Discusión

Algunos de los elementos enlistados pueden ser algo obvios, los costos de los insumos, del equipo mismo y del personal son necesarios para estimar el costo total del uso del equipo médico en el servicio clínico. Sin embargo hay un par de aspectos que deben tomarse en cuenta al considerar estos y los demás factores de costos:

- En algunos de los elementos se toma un período de tiempo como base para su estimación asumiendo que el comportamiento de algunas funciones como el mantenimiento preventivo no tiene variaciones significativas a lo largo del ciclo de vida del equipo. Este dato puede ser de meses o años en función del número de mantenimientos que la tecnología recibe y los que ha tenido al momento de hacer la investigación.
- El costo por hora de trabajo del personal interno y externo involucrado en el uso del equipo permite referenciar el comportamiento económico del recurso humano en el uso de la tecnología a través de una tarea estándar sin diferenciar el tipo de trabajo realizado o las capacidades requeridas en el entendido que el costo por hora ya lo ha tomado en cuenta.

- Uno de los aspectos más complejos de cuantificar es el costo asociado a una falla o daño ya que, a diferencia de los mantenimientos, éstos no se pueden predecir con la exactitud deseada. Idealmente no deberían presentarse ninguna de esas situaciones, pero si se considera que entre más compleja sea una tecnología más aspectos se involucran en su operación, la probabilidad de caer en un fallo y/o provocar un daño como consecuencia se incrementa considerablemente. Se pueden diseñar métodos para la evaluación del riesgo en el uso de una tecnología médica que ayudan a la cuantificación monetaria del mismo. En este caso se deja a criterio del usuario la determinación de este costo.
- Los índices de productividad permiten cuantificar el costo del servicio y de la falta del mismo. La productividad es un reflejo del estado del proceso en cuanto al cumplimiento de sus objetivos y permite valorar el grado de calidad que el servicio ofrece. Todo esto repercute en el costo al consumidor por lo que una falla o daño en el equipo o en algún aspecto de la tecnología quedará reflejado en los indicadores de productividad y entonces éstos podrán aportar información para la cuantificación del costo asociado al fallo o daño.
- La mayoría de los elementos mencionados consideran los costos como directos asumiendo que son los que se requieren para que el servicio funcione apropiadamente. Es por eso que sólo en uno de ellos se integran todos los costos indirectos que puedan presentarse a lo largo del ciclo de vida de la tecnología en el servicio de Radiología.

La lista de elementos económicos presenta un valor cuando se incorpora a la evaluación de tecnologías que también incluyen elementos que valoran el aspecto técnico, más relacionado con el equipo, y el de impacto social.

## 5.2. Análisis de Costos de un Servicio de Radiología Convencional<sup>3</sup>

El uso del concepto de Tecnología Médica ha evolucionado en los últimos años hacia una tendencia que ya no se asocia únicamente al equipo médico. La Oficina de Evaluación Tecnológica (Office of Technology Assessment OTA) de los Estados Unidos establece que el concepto de tecnología médica "lo conforman los medicamentos, aparatos, procedimientos médicos y quirúrgicos utilizados en la atención médica, y los sistemas organizativos con los que se presta la atención sanitaria [6]." Esto significa que la tecnología médica no sólo son los equipos, máquinas o medicamentos sino también lo son la propia práctica clínica y el modo como ésta se organiza. Resulta interesante la propuesta del concepto dada la creciente importancia que los sistemas de salud le están dando a la evaluación de tecnologías dentro de los planes estratégicos de desarrollo en este ámbito<sup>4</sup>.

Ya se ha planteado la importancia de que en las evaluaciones se integren los aspectos tecnológico, económico y social para que el resultado sea de valor para la toma de decisiones. Con el impulso que se le da a esta actividad en los planes oficiales de salud, resalta la importancia que tiene el contar con la evidencia clínica, la económica y la epidemiológica que coadyuvan a la generación de estudios económicos básicos como el de costo-efectividad o el de costo beneficio. Dado que el proceso de evaluación bajo estos parámetros resulta algo complejo, es fundamental

la integración de la parte médica con la tecnológica para determinar en conjunto las necesidades a ser atendidas para que, de acuerdo con la metodología expuesta en el capítulo anterior, se establezca la pregunta de investigación como punto de partida. Cuando se trata de solventar las necesidades de los servicios clínicos, la experiencia de estos profesionales permite orientar los esfuerzos hacia la optimización de los recursos, manteniendo al mismo tiempo un nivel satisfactorio de calidad.

El servicio de Radiología es un buen ejemplo donde se atienden los aspectos de evaluación mencionados ya que se caracteriza por ser crítico con respecto a la logística dentro de la institución de salud, debido principalmente a la alta demanda de estudios radiológicos que se presentan en los hospitales en casi todas las especialidades tanto para diagnóstico como para tratamiento. Por otro lado, el manejo del volumen de placas y el flujo de la información en los servicios de Radiología convencional presenta un problema que tiende a resolverse mediante soluciones 100% digitales. Aunado a esto se presenta la situación de que los equipos que se utilizan en este servicio por lo general o ya son obsoletos o están a punto de serlo; además de esto, es frecuente su subutilización aún con la carga de trabajo con la que en ocasiones se les somete, dificultando las estrategias que buscan su optimización [7].

El planteamiento del problema se deberá fundamentar dentro del marco de evaluación tecnológica integral, el cual permitirá obtener una imagen clara de la situación actual y la ideal del servicio de Radiología, ofreciendo al mismo tiempo elementos de referencia para el apoyo a la toma de decisiones si se trata por ejemplo de una adecuación que dé lugar a la digitalización del servicio. Este caso de estudio se plantea como un problema de gestión tecnológica que dará como resultado una metodología para analizar el comportamiento de los costos de la Radiología convencional, donde se integra la información económica y clínica con la tecnológica y centrar así el análisis en el contexto de componentes relevantes, tales como la determinación de la capacidad operativa, la representación de los procedimientos radiográficos como flujos de trabajo y la tecnología utilizada.

## **Metodología**

La estrategia seleccionada para la realización del análisis de los costos del servicio de Radiología convencional se orienta hacia la integración de la información de los aspectos técnicos, clínicos y económicos para posteriormente realizar el estudio mediante la definición de indicadores económicos que la integren de manera apropiada [8]. Con base en esto, la metodología aplicada consiste en establecer las condiciones en las que se encuentra el servicio de Radiología en el momento presente, es decir, establecer las Condiciones Iniciales del problema. Definiendo el tiempo en el cual se realizará el análisis, el Horizonte Temporal, se determina la perspectiva bajo la cual éste se llevará a cabo. Tomando en cuenta estos puntos se identificarán los elementos para la definición de los indicadores que nos servirán como base para la realización de la evaluación.

### *Condiciones iniciales:*

Las condiciones iniciales se establecen con base en los usos que se hacen de la tecnología utilizada en el servicio de Radiología a partir de la información que proveen los procedimientos

que se ofrecen en la institución de salud. Se incluyen datos relacionados tanto con el tipo de especialidades que requieren del servicio como del número de estudios realizados en cada especialidad. Este trabajo se desarrolló para el servicio de Radiología de una institución de alta especialidad en Rehabilitación de la Ciudad de México.<sup>5</sup>

#### *Horizonte temporal:*

Se consideró un horizonte temporal que permitiera conseguir la mayor cantidad de información disponible para realizar un estudio válido. El análisis utilizó la información obtenida de un rango de 12 meses correspondiente al período que va de enero a diciembre de 2007.

#### *Perspectiva:*

La perspectiva define el punto de vista del tomador de decisiones. Esta puede variar de acuerdo al interés que se tenga con respecto al Servicio de Radiología. Por ejemplo, si el tomador de decisiones es Radiólogo, su interés se enfocará en la cantidad de especialidades que se pueden atender mientras que si es administrador o directivo el interés versará en el número de pacientes atendidos en el hospital. Para el presente análisis se consideró abordar la perspectiva general de la institución de salud, es decir, se tomaron en cuenta los procedimientos clínicos radiológicos relacionados con el tipo de estudios que se realizaron en la institución durante el período de estudio.

### **Evaluación**

Para la evaluación, una vez adquirida la información correspondiente al horizonte temporal y tomando en cuenta tanto las condiciones iniciales como la perspectiva seleccionada, se procedió a analizar el desempeño de la tecnología que se utiliza en los procedimientos convencionales dentro del servicio de Radiología, con base en la ubicación dentro de la institución y en términos de los siguientes aspectos:

1. Capacidad operativa.- Este aspecto hace referencia a qué tan bien responde el recurso ante las demandas del servicio, entendiendo por recurso la tecnología, el personal, los insumos y todos los elementos con los que se realizan los procedimientos clínicos. En este caso se incluyó el número de estudios y recursos materiales utilizados durante el período de estudio.
2. Flujo de Trabajo.- La descripción y el seguimiento de las actividades que se realizan en el servicio de Radiología arrojan la información requerida para la determinación de los flujos de trabajo los cuales se pueden interpretar, dentro del marco teórico de este volumen, como la función de producción. Para obtener los flujos de trabajo se tomaron en cuenta los tiempos y movimientos involucrados en la realización de los estudios, es decir, las actividades que se realizaron en el proceso y los tiempos que se invirtieron en su desarrollo, así como la dinámica del paciente y del personal participante. Una herramienta de que resultó de mucha utilidad para la realización de esta tarea es el modelo de negocios BPMN (Business Process Modeling Notation). Este modelo plantea una aproximación desde la perspectiva de la gestión que integra todos los aspectos de una organización con los deseos y necesidades del cliente [9], tiene asociado una normatividad en la notación que favorece el control sobre el proceso [10] y ofrece diversas opciones comerciales para su implementación<sup>6</sup>.

3. Tecnología utilizada.- Por cada unidad tecnológica se consideraron los aspectos económicos relacionados con los costos asociados a su utilización y su mantenimiento [11], y a partir de éstos se definieron los indicadores económicos que se han de utilizar en el análisis.

## Resultados

El servicio de Radiología analizado atiende los requerimientos de consulta externa y hospitalización, de urgencias y de quirófano. En este servicio se realizan dos tipos de estudios: el estudio simple de rayos X, que abarca los procedimientos generales para la toma de la placa, y los estudios especiales, los cuales se solicitan para un propósito específico tal como se muestra en la Figura 2. Las causas de los estudios realizados para consulta externa y hospitalización son diversas y van desde padecimientos de columna vertebral, retardo de lenguaje y osteoartritis, hasta cataratas e hipoacusia. Por otro lado en urgencias se presentaron casos de fracturas y contusiones.

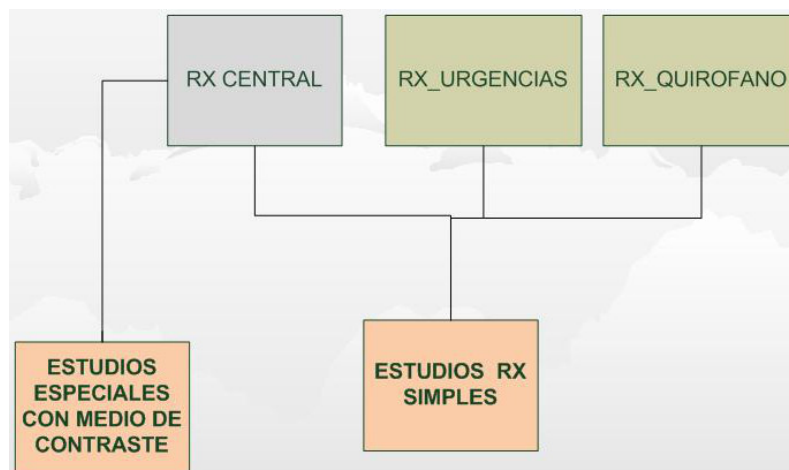


Figura 2. Relación entre los servicios de Rx y tipos de estudios que se demandan de ellos

El tipo de información disponible es de diferente naturaleza y viene de diversas fuentes:

- Se contó con la agenda de estudios radiológicos especiales que se lleva dentro del servicio de Radiología.
- Se tuvo acceso a la estadística anualizada de estudios radiológicos realizados por tipo, área y pacientes atendidos en urgencias, hospitalización, consulta externa y cirugía.
- Se consultaron los manuales de operación de los equipos de Rayos X fijos y móviles, la bitácora de servicios de mantenimiento y las bitácoras de tiempos registrados en cada turno.

Los aspectos atendidos en la evaluación arrojaron los siguientes resultados:

## Capacidad Operativa

El servicio de Radiología realizó un total de 85,500 estudios durante el período definido en el horizonte temporal y en donde la consulta externa predomina sobre los demás servicios. La distribución porcentual de estudios realizados por área en 2007 fue la siguiente: Consulta Externa: 66%, Urgencias: 22%, Quirófanos: 9%, Hospitalización: 3%, Estudios Especiales: 1%.

## Flujo de Trabajo

Se desarrollaron dos diferentes modelos en BPMN. El primero se generó con el fin de visualizar de forma global quiénes son los especialistas involucrados con el servicio de Radiología. El segundo determinó las actividades y los tiempos asociados de estos especialistas, en flujos de trabajo específicos, para cada área solicitante de estudios radiológicos. Estos diagramas permitieron determinar los tiempos en cada actividad para los diferentes tipos de estudio. La Tabla I muestra la suma de los tiempos de cada actividad realizada por cada uno de los especialistas involucrados mientras que la Figura 3 muestra el diagrama que se generó para desarrollar la evaluación económica del servicio de Rayos X; en ella se definen los componentes de los cuales se obtendrán los costos fijos y variables incluyendo los tiempos que se costearon para el aspecto tecnológico.

Tabla I. Personal involucrado y tiempos asociados a los estudios de Radiología convencional

<i>Tipo de estudio</i>	<i>Personal involucrado</i>	<i>Tiempo total (minutos)</i>
Estudio radiológico simple de consulta externa	Auxiliar de admisión Técnico radiólogo	11.89*
Estudio radiológico simple de hospitalización	Enfermera de hospitalización Camillero Técnico radiólogo	57.42*
Estudio radiológico especial de consulta externa	Enfermera especialista Médico radiólogo Técnico radiólogo	163.22*
Estudio radiológico simple de urgencias	Técnico radiólogo	5.99
Estudio radiológico simple de quirófano de ortopedia	Técnico radiólogo Personal médico quirúrgico	19.75

\* No incluye tiempos de espera



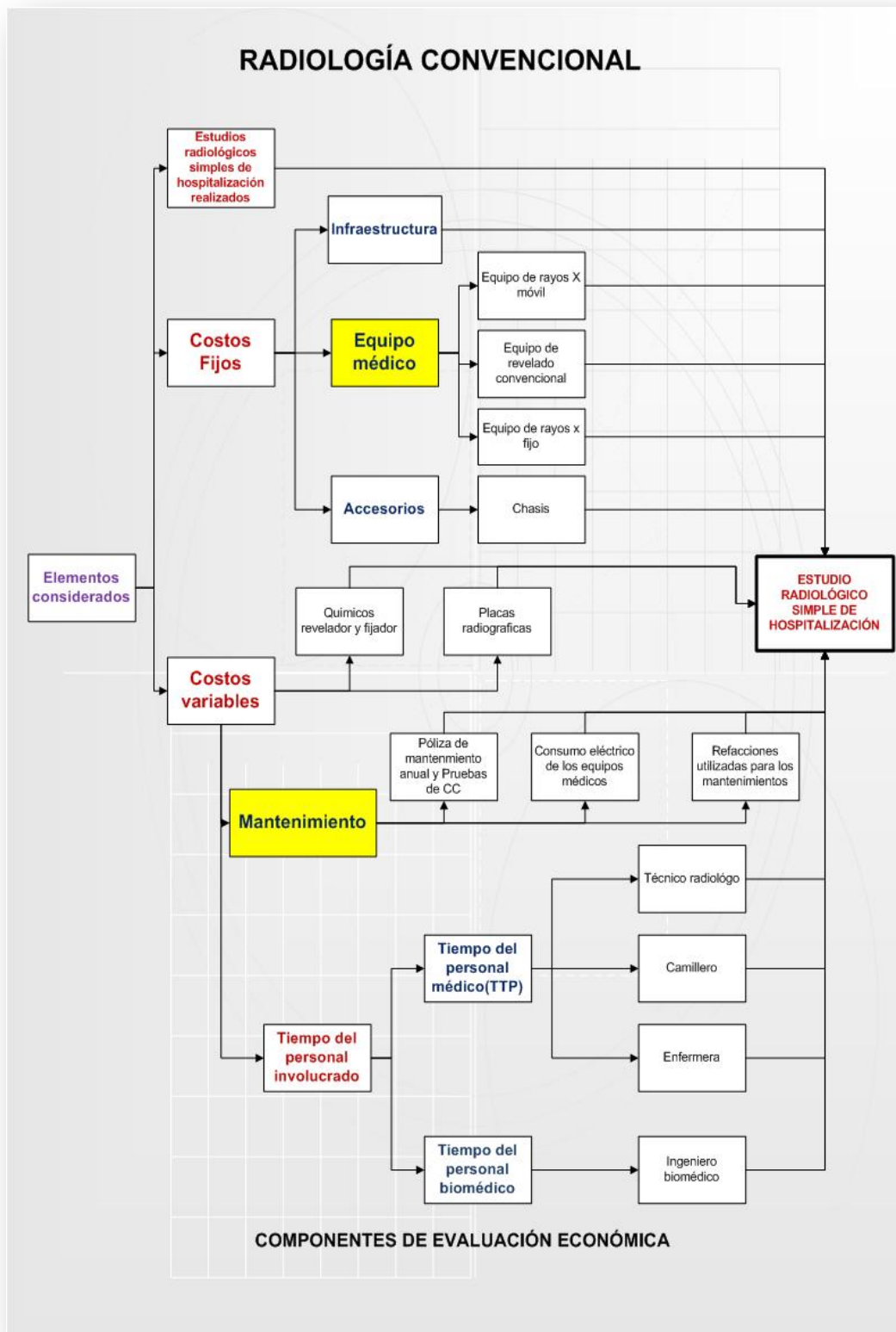


Figura 3. Componentes de la evaluación económica para el servicio de Radiología convencional

## Tecnología Utilizada

Se incluyeron aspectos económicos asociados al uso de tecnología radiológica convencional considerando los siguientes elementos generales:

- Costos de capital.- son los costos asociados a la infraestructura, equipamiento y accesorios. El equipamiento abarca el equipo de rayos X y el de revelado convencional mientras que dentro de los accesorios se consideró el chasis.
- Costos variables.- son los costos asociados a los químicos y revelador, las placas radiográficas, los sobres para placa radiográfica, el consumo eléctrico y el mantenimiento. Para este último elemento se tomaron en cuenta la póliza de mantenimiento anual y las refacciones utilizadas en ellos.
- Tiempo del personal involucrado.- consideró el tiempo del personal médico y tiempo del personal biomédico costeadando la hora de trabajo e incorporando esta información dentro de los costos fijos.

Los costos por unidad de medición encontrados para determinar el costo en el servicio de Radiología se presentan en la Tabla II. Aquí se conjuntan los costos fijos y variables y para valorar la capacidad operativa se obtuvieron los valores promedio de ambos.

Tabla II. Costos por unidad de medición para evaluar la capacidad operativa

<i>Tipo de estudio</i>	<i>Costo</i>
Estudio radiológico simple de consulta externa	\$ 80.31
Estudio radiológico simple de hospitalización	\$ 152.16
Estudio radiológico especial de consulta externa	\$ 881.52
Estudio radiológico simple de urgencias	\$ 46.24
Estudio radiológico simple de quirófano de ortopedia	\$ 94.43

## Análisis

En este momento contamos con la información para poder realizar un análisis de costo-efectividad, donde se pueden plantear algunas preguntas de investigación. Sin embargo, dado que el objetivo es describir la situación que el servicio de Radiología presenta con respecto a los costos, el análisis se orientará hacia la relación que hay entre éstos y las variables que se determinen de acuerdo a lo encontrado en los procesos definidos.

De acuerdo al modelo de los flujos de trabajo, como el que se muestra en la Figura 4, se encontró que los médicos que hacen uso del servicio de Radiología cuentan con varios medios para hacer

llegar su solicitud de estudio radiológico:

- el médico de hospitalización envía al paciente con una solicitud escrita acompañado de una enfermera y un camillero
- el médico de consulta externa y urgencias envía sólo una solicitud por escrito
- el médico de quirófano de ortopedia, mediante la enfermera circulante, avisa al técnico radiólogo que se requiere de un estudio.

Los tiempos de espera en Radiología convencional están sujetos a una serie de factores como los tiempos en que los equipos de revelado se encuentran operando de manera automática o los tiempos asociados a los mantenimientos preventivos así como a las reparaciones. En 2007 se invirtieron 367 horas en el mantenimientos de los equipos de Radiología central mientras que un equipo de revelado quedó fuera de servicio por 572 horas. En urgencias se contabilizaron 201 horas de mantenimiento al equipo de revelado y en quirófano el tiempo dedicado fue de 88 horas. Como puede notarse, existe una serie de factores que son difíciles de controlar y que influyen fuertemente en el rendimiento de las unidades de Radiología. Las preguntas que naturalmente surgen son: ¿qué tan relevante es esta información para el análisis de costos? y ¿cómo hacer que esta información se integre al análisis?

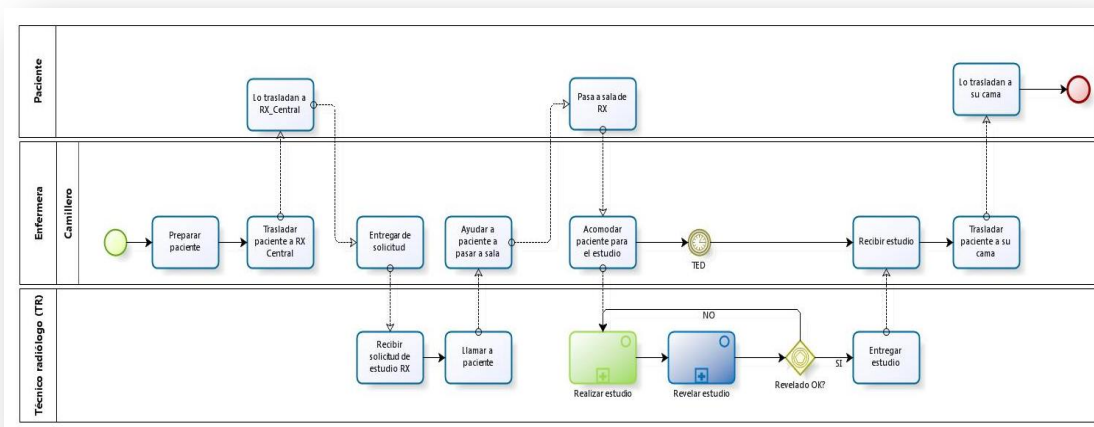


Figura 4. Ejemplo de flujo de trabajo visto como proceso mediante BPMN

Dada la diversidad de aplicaciones que la tecnología radiológica convencional ofrece, es posible identificar distintas relaciones entre las variables consideradas para la toma de tiempos de los flujos de trabajo. En este sentido se procedió a identificar variables independientes y variables dependientes para modelar su relación con base en la información que ya se tiene. Se define la variable dependiente "tiempo de estudio" (*tie\_estudio*) la cual se determina en función de factores independientes como el tipo de estudio o el estado del paciente. A continuación se presentan dos casos que ejemplifican la relación de estas variables.

## I. Estudio simple en Radiología Central

Los estudios incluidos en esta categoría son los estudios simples de consulta externa, hospitalización y los estudios especiales. La variable independiente se definió como "estado de salud del paciente" (*edo\_pac*). Sus posibles valores se determinaron como 0 si el paciente es dependiente, es decir, si no puede desplazarse por sí mismo, y 1 si el paciente es autosuficiente en sus desplazamientos. La variable dependiente "tiempo de estudio" (*tie\_estudio*) se relaciona con la duración en minutos del estudio correspondiente. Al introducir los datos de los pacientes y realizar una regresión lineal, los resultados muestran que se invierte más tiempo cuando el paciente necesita de ayuda para la realización del estudio, como era de esperarse y como se muestra en la Figura 5. Si se toma en cuenta que un porcentaje considerable de pacientes que son atendidos en la institución presentan esa situación, la variable independiente elegida es relevante para el análisis económico y forma parte de las particularidades que atienden la perspectiva del Instituto y que se debe tomar en cuenta para generalizar el método.

## II. Estudio simple en Quirófano de Ortopedia

En el caso de Quirófano de Ortopedia la variedad de cirugías que se desarrollan demanda un apoyo de los servicios de diagnóstico, en este caso el de Radiología, con la finalidad de valorar los resultados. En este sentido hay dos tipos de estudio que se pueden solicitar: o bien es un estudio continuo, el cual se puede pedir en algún momento durante la cirugía, o un estudio final, que se realiza una vez concluida la intervención. Dado que las acciones a realizar varían en función de las condiciones bajo las cuales se desarrollan los estudios, la variable independiente es "tipo de estudio" (Tipo-estu) y los valores que puede tomar son 0 para estudio continuo y 1 para estudio final mientras que la variable dependiente es de nuevo el "tiempo de estudio" en minutos (*tie\_estudio*). La Fig. 5 muestra que se requiere más tiempo para los estudios continuos que para los finales.

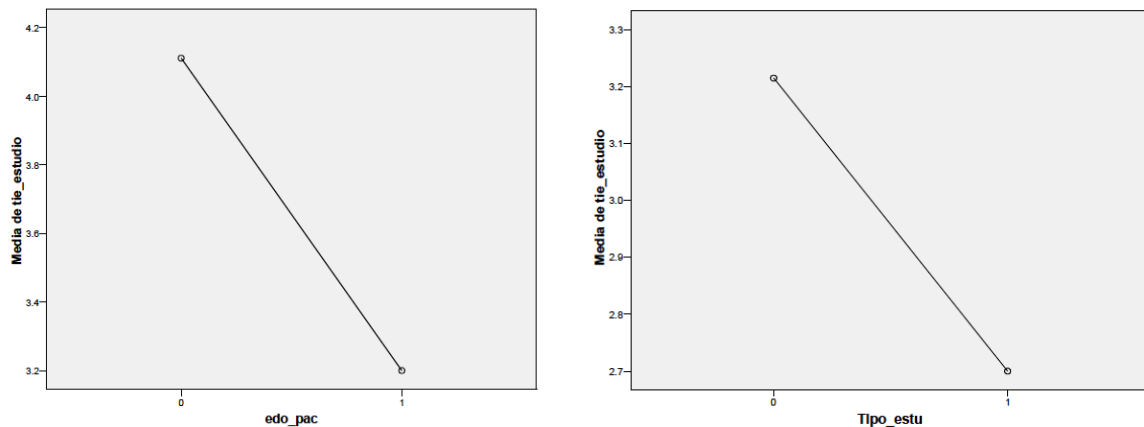


Figura 5. Relación de variables para los casos Estudio Simple en Radiología Central (izquierda) y Estudio Simple en Quirófano de Ortopedia (derecha)

La información obtenida hasta aquí incorpora el contexto sobre el cual se realizará el análisis de los costos para la institución en particular. Es importante notar que al tratar las características del

estado del paciente y el tipo de estudio como variables se puede modelar el contexto de forma numérica obteniendo así información que será de utilidad al incorporar los costos. Otra ventaja que se obtiene es que la metodología que se está desarrollando puede ser ocupada para el análisis de otra institución considerando que su contexto particular lo dará el valor que tomen sus variables independientes.

La Tabla II nos proporciona la información de los costos que se están buscando. Ahora lo que sigue es interpretar los factores involucrados en la obtención de estos datos bajo el marco de funcionamiento del servicio de Radiología convencional de la institución. Para tal fin se obtuvo el porcentaje de participación de cada elemento considerado como relevante, de acuerdo a lo presentado en la Figura 3, en el desarrollo de los procesos definidos. Los resultados se muestran en la Tabla III

Tabla III. Porcentaje de participación de los elementos relevantes por tipo de estudio

<i>Tipo de estudio</i>	<i>Costos de capital</i>	<i>Costos variables</i>	<i>Costos del personal involucrado</i>
Estudio radiológico simple de consulta externa	36.8%	62.5%	0.6%
Estudio radiológico simple de hospitalización	22.8%	50.9%	26.3%
Estudio radiológico especial de consulta externa	3.4%	73.6%	23.1%
Estudio radiológico simple de urgencias	34.3%	55.5%	10.2%
Estudio radiológico simple de quirófano de ortopedia	21.5%	52.3%	26.2%

De acuerdo a los resultados los elementos asociados con los costos variables tienen una mayor participación en todos los tipos de estudio. Esto hace sentido con las observaciones hechas al inicio de la sección que se refieren al aspecto tecnológico (los tiempos relacionados con el mantenimiento de los equipos y tiempos fuera de servicio). La pregunta a contestar ahora es: ¿qué utilidad tiene esta información para la toma de decisiones? Algunas de las respuestas son:

- Al identificar que los elementos aportan a los costos variables como los que tienen mayor peso en los procesos, se pueden plantear esquemas para que aspectos como el mantenimiento preventivo de los equipos sea prioritario en las planeaciones anuales y así optimizar el servicio en consulta externa.
- Ante la evidencia, el costo de los tiempos fuera de servicio de los equipos representan un factor importante en la evaluación de su capacidad operativa por lo que se puede justificar una intervención para arreglar esta situación con la certeza de que impactará positivamente en la relación costo-efectividad del servicio.
- El estudio radiológico especial de consulta externa presenta el mayor tiempo requerido para ser realizado así como el mayor porcentaje de participación de los costos variables y además es el de mayor costo de todos los estudios de Radiología. Los factores

mencionados con respecto a la tecnología así como la descripción del proceso ayudarán a desarrollar las mejoras que sean pertinentes y que permitan elevar la calidad en el servicio.

## Conclusiones

El desarrollo del análisis del servicio de Radiología mediante un método que integre los componentes que forman parte de su funcionamiento ofrece una visión más cercana a la realidad en términos de elementos como la identificación de las acciones y personal involucrado para cada modalidad del servicio y los tiempos invertidos en la realización de las acciones.

El uso del modelado de negocios (BPMN) para el análisis de flujo de trabajo de los procedimientos clínicos facilita la identificación de todos estos elementos. Asimismo la estadística descriptiva permitió identificar relaciones entre la variable dependiente “*tiempo de estudio*” con las variables independientes “*estado del paciente*” y “*tipo de estudio*”, revelando al tiempo como el factor más trascendente en el desarrollo de las actividades en Radiología convencional y base para el costeo. Esta situación hace que el análisis económico entregue información más confiable del estado del servicio radiológico, misma que servirá de apoyo a la toma de decisiones para futuros planes en el servicio.

### 5.3. Análisis de los Costos y los Beneficios para la Creación de una Unidad de Quemados<sup>7</sup>

La quemadura se define como el daño o destrucción de la piel y/o contenido por el efecto térmico de productos químicos, corriente eléctrica, radiación ionizante o cualquiera de sus combinaciones [12]. La lesión ocasionada por calor provoca el calentamiento de los tejidos sobre un umbral de daño que resulta irreversible. Dicha lesión se extiende de manera proporcional al contenido de calor de la fuente que la provoca, el tiempo de exposición y la capacidad de conductividad calorífica de los tejidos involucrados. Debido a las características de la piel, su alta conductividad al calor y baja irradiación térmica provoca que el daño persista aún después de que el agente que provocó la quemadura se haya extinguido o se haya removido [13].

El problema de salud del paciente quemado representa un reto financiero muy importante a las instituciones que atienden a este tipo de pacientes ya que los costos asociados al tratamiento suelen ser bastante altos. Además hay que considerar que la problemática se agrava en el caso de las instituciones que no sólo no cuentan de forma directa con los recursos necesarios para la atención al paciente quemado en estado crítico, sino que para atender a dichos pacientes emplean recursos de otras áreas médicas lo que repercute en la calidad del tratamiento. Este es el ejemplo de institución que se tomará para este caso de estudio.

Consideremos un hospital de tercer nivel donde los pacientes quemados son atendidos de forma indirecta dentro de los diferentes servicios que posee. Esto implica que los pacientes no cuentan con un área física que posea las características adecuadas para permitir el desarrollo de los tratamientos de manera óptima. La solución natural sería diseñar y construir una Unidad de Quemados (UQ) pero se tendrían que tomar en cuenta factores de tipo económico, social, clínico, de seguridad y normativo, entre otros, para determinar la conveniencia de su creación. Por otro lado, de continuar atendiendo a los pacientes de la forma actual se tendría que considerar las repercusiones, principalmente de carácter económico, hacia el paciente quemado, los demás pacientes y la institución.

Para atender esta situación, se plantea desarrollar un análisis comparando ambos escenarios donde se definan los costos asociados y los efectos o beneficios. Para tal fin se propone elaborar un análisis de la incidencia de quemaduras así como del entorno económico y cultural en la región donde está localizado el hospital; éste también incluirá la oferta de atención a pacientes quemados en términos de cantidad y características tanto de las instancias como del servicio que ofrecen. La base para obtener la información serán los procesos operativos con los que cuenta el hospital para la atención del paciente quemado y los procesos que se implementarían en una UQ. De esta forma se puede encontrar con mayor claridad tanto los recursos como los costos y los beneficios vinculados a cada uno de los procesos identificados mientras que los resultados de la comparación proporcionarán información relevante para la toma de decisiones.

## Metodología

Este problema se abordó dividiéndolo en tres etapas tal como se muestra en la Figura 6:

- Análisis de la problemática
- Análisis de las opciones de atención al paciente quemado
- Comparación y Discusiones

Primero se obtuvo la información sobre la situación de las quemaduras en la región de interés (ésta puede ser un estado, uno o varios municipios, etc.). El caso de estudio se desarrolló para el Estado de México, el cual tiene una de las densidades de población más altas del país. Al año en que se realizó el proyecto se obtuvo información sobre la oferta y la demanda de servicios a pacientes quemados.

Con respecto a la demanda se incluyó información sobre el número de quemaduras reportadas en los documentos oficiales identificando las tendencias con respecto a esta situación en los años anteriores<sup>8</sup>; esta información nos da inicialmente evidencia sobre la consideración de crear una UQ en el estado. Algunos aspectos particulares de la región dan indicios adicionales para la consideración: el desarrollo industrial de la entidad propicia la existencia de actividades que de manera directa o indirecta propician la ocurrencia de accidentes que ponen al individuo en contacto con fuego, sustancias químicas y líneas eléctricas provocándole quemaduras; la elaboración y comercialización de pirotecnia es una de las actividades más intensas en la entidad, además de que una buena parte de los accidentes con fuego ocurren en los hogares donde por lo general son los niños los que sufren de quemaduras al no estar bajo el cuidado de un adulto. Esta información es de utilidad para contextualizar el problema a las características y necesidades de la

región de interés.

La información relacionada con la oferta incluyó la descripción de los hospitales del estado que dan atención a los pacientes quemados. Es importante hacer notar que una UQ requiere por lo menos los servicios de terapia, hospitalización, cirugía, curaciones y rehabilitación; es por eso que en algunos hospitales se hace uso de los recursos de estos servicios para la atención al paciente quemado. Ya sea que se cuente con un área específica para tal fin o que se utilicen diferentes áreas clínicas para su tratamiento, se elaboró la descripción detallada de estas opciones para terminar de darle forma al marco contextual que dé pie a la comparación.

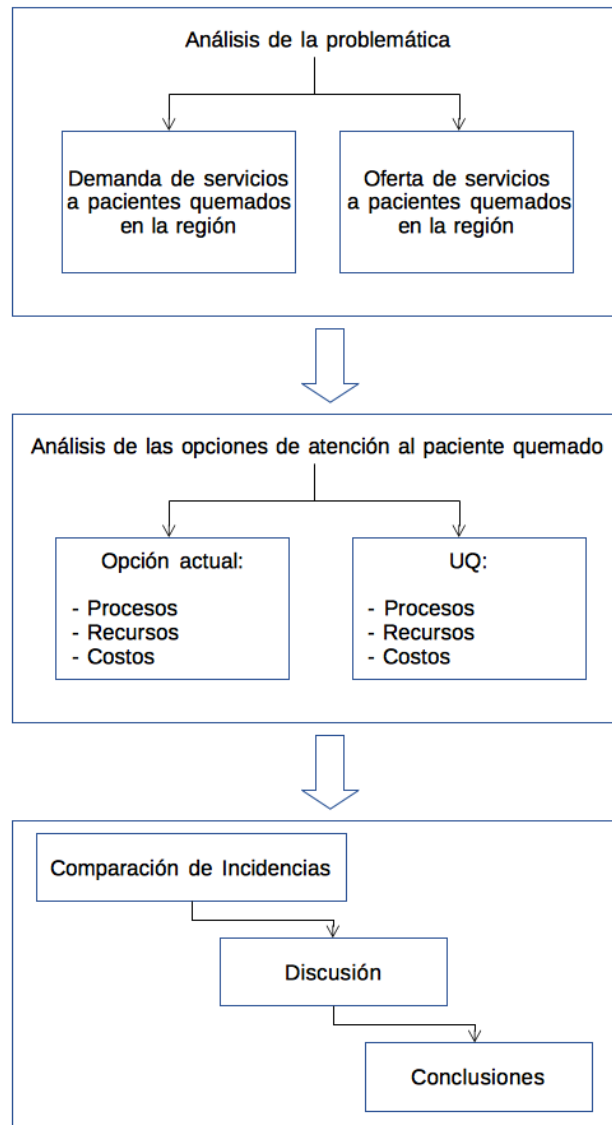


Figura 6. Metodología seguida para el análisis de los costos y beneficios para la creación de una UQ



El análisis comparativo se realizó a partir de la descripción de los procesos operativos<sup>9</sup> de cada opción incorporando en el proceso las actividades, los recursos y los costos asociados. Se decidió realizar una comparación tomando como parámetro las incidencias, definiendo éstas como el evento que afecta la seguridad del paciente. La premisa es que dado que el paciente quemado requiere de atención oportuna y precisa, las acciones a realizar dentro de un área específicamente diseñada para tal fin limitarán el número de incidencias en comparación con la atención al paciente en diferentes áreas. La metodología termina con una sección de discusión de los resultados obtenidos y conclusiones.

## Resultados

La descripción de los procesos permitió identificar los siguientes elementos:

- personal involucrado
- material utilizado (medicamentos, recursos tecnológicos, etc.)
- tiempos de acción
- puntos críticos<sup>10</sup>

El siguiente es un ejemplo de desarrollo de un proceso para el caso del hospital que no cuenta con una UQ.

### *Proceso: Tratamiento Ambulatorio*

Objetivo: Brindar atención a los pacientes cuyas quemaduras no representan un importante riesgo para su bienestar, es decir, quemaduras de primer grado cuya extensión es menor al 30% de la superficie corporal.

Descripción de las tareas:

Tarea	Descripción
Ingreso y Limpieza	El paciente es trasladado al área de curaciones para su tratamiento, se realiza lavado y desinfecta la superficie afectada.
Aplicación de cremas hidratantes	Se aplican cremas hidratantes en la herida.
Apertura de flictenas	Se realiza apertura, limpieza y drenado de flictenas.
Limpieza con suero fisiológico	Se realiza limpieza con suero fisiológico de la superficie quemada y de las flictenas.
Aplicación de sulfadiazina de plata	Se aplica sulfadiazina de plata en crema sobre la superficie quemada.
Aplicación de vendaje	Se aplica vendaje según extensión de la quemadura
Vigilancia	Se vigila la evolución de la herida por lo menos por 8 horas.

Remisión a centro de salud para curas	En caso de mejora se remite al paciente al centro de salud para futuras curaciones.
Remisión a hospital si no hay epitelización	El paciente es remitido al hospital si no mejora la condición de la quemadura en 15 días.

En este proyecto se identificaron cinco procesos cuya relación se presenta en la Figura 7.

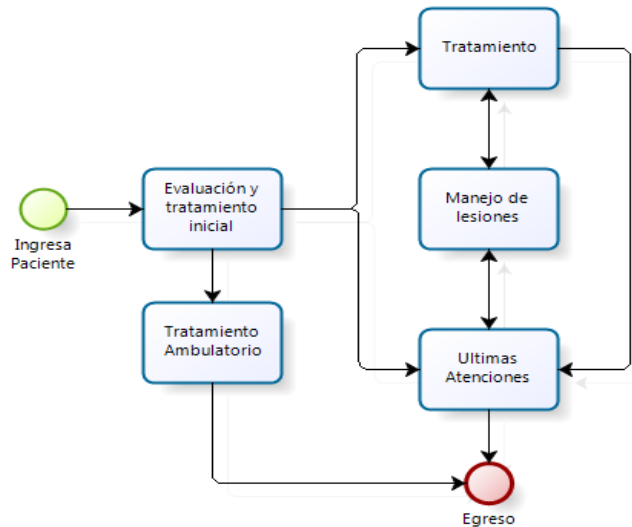


Figura 7. Procesos que forman parte de la opción de hospital sin UQ

Para el caso de la UQ se investigaron ejemplos en diferentes lugares en Norte América y Europa para definir los procesos correspondientes al manejo del paciente quemado. El siguiente es el proceso de lo que sería la atención al paciente en la unidad de quemados del hospital.

#### *Unidad de Quemados*

La unidad de quemados (UQ) brinda atención especializada y exclusiva en tratamiento de quemaduras. Los pacientes pueden ingresar a esta área de tres maneras distintas: después de haber sido estabilizado en el área de urgencias del hospital, directamente debido a la gravedad de la condición del paciente y por derivación del área de hospitalización. Los procesos involucrados en la UQ son los siguientes:

- Admisión
- Protocolo de Urgencias ABCD<sup>2</sup>
- Descontaminación
- Reevaluación

<sup>2</sup> ABCD: Air (Revisión de vías aéreas), Blood (Búsqueda de hemorragias), Consciuos (Evaluación neurológica), D (Atención a cualquier problemática que haga que la vida del paciente peligre en forma inmediata)

- Monitorización / Manejo UCI
- Cuidados de enfermería
- Quirófano
- Balneoterapia
- Rehabilitación, Inhaloterapia, Apoyo psicológico, Soporte metabólico y nutricional

La Figura 8 muestra el diagrama de interacciones entre las diferentes áreas del hospital con la UQ para la admisión y derivación del paciente quemado.



Figura 8. interacciones entre las diferentes áreas del hospital con la UQ

### Costos

El procedimiento sigue en lo general las mismas directrices que el caso anterior, es decir, se determinan los costos de cada proceso en términos de los recursos involucrados. Para el caso del hospital que no cuenta con UQ se pudo tener la información numérica de los costos mientras que para la UQ ésta se tuvo que modelar. Se tomaron en cuenta los costos directos e indirectos asociados a cada proceso de la UQ y se les asignó una variable a cada uno de ellos. Dentro de los costos directos se consideraron los fármacos, el recurso tecnológico, el material de curación y el personal involucrado mientras que para los costos indirectos se consideraron aquellos elementos empleados que son derivados de las variaciones que en extensión presentan las lesiones del paciente, así como el personal administrativo, de traslado y de apoyo psicológico del paciente.

Se conformó un conjunto de variables agrupadas por las siguientes categorías:

- $Q_f$ : variables asociadas a los fármacos
- $Q_p$ : variables asociadas al personal involucrado
- $Q_i$ : variables asociadas a la infraestructura, incluyendo el recurso tecnológico
- $Q_m$ : variables asociadas al material de curación
- $Q_e$ : variables asociadas al equipo que se va a utilizar

En total se contabilizaron 57 variables a las que se les asignó un costo. Lo siguiente fue definir una relación que cuantifique el costo total; ésta se aproximó mediante la siguiente ecuación:

$$C_t = (N_h * C_{dc}) + \sum_{i=1}^n (C_i * N_i)$$

donde  $N_h$  es el número de días que se ocupan para la atención al paciente quemado por cama,  $C_{dc}$  es el costo diario asociado por cama,  $C_i$  es el costo de las intervenciones que requiera el paciente y  $N_i$  es el número de veces que se realiza cada intervención. El último término responde a que, dado el número posible de combinaciones de intervención es alta, no se puede precisar el costo; el número de días de cama está en función del tipo de quemadura, su profundidad y el tipo de manejo inicial que se le proporcione al paciente, lo cual está relacionado con el número de intervenciones para el manejo de las lesiones.

### *Beneficios*

Al comparar las opciones en términos de sus procesos operativos, recursos y costos se propuso una manera de establecer los beneficios en términos de incidencias que tengan repercusiones en el estado del paciente. Se definieron tres niveles de incidencias en función del impacto en el paciente:

- Alta: Si no se atiende, esta incidencia puede terminar con el deceso del paciente. Por ejemplo falla en la aplicación del protocolo de urgencias ABCD.
- Media: Si no se atiende oportunamente, puede complicarse al grado de convertirse en una incidencia alta. Por otro lado, si se atiende con oportunidad se puede convertir en incidencia baja. Por ejemplo el manejo y control de una infección.
- Baja: Si no se atiende oportunamente, puede complicarse al grado de convertirse en una incidencia media. Por ejemplo el descuido médico en un procedimiento menor.

La cuantificación de los beneficios se propone realizarla por cada uno de los niveles posibles de incidencia ya que esto se traduce en días de hospitalización o tratamiento, Se definió una función objetivo para cada opción de atención al paciente quemado de la siguiente manera:

### **I. Hospital que no cuenta con unidad de atención al paciente quemado:**

$S_n(Q, I)$ : función resultado en términos de la seguridad del paciente

Q es el conjunto de costos asociados

- $Q_{dn}$ : Costos directos de la intervención  $n$
- $Q_{im}$ : Costos indirectos de la tarea  $m$
- $Q_{em}$ : Costos del equipo médico de la tarea  $m$

$I$  representa las incidencias.

- $I_n$ : Incidencia en la intervención  $n$
- $I_{rem}$ : Razón de proporción del equipo médico

Se definió la expresión para cada tipo de incidencia quedando de la siguiente manera:

Incidencia alta.- las repercusiones de esta incidencia se presentan en las tareas asociadas al proceso "evaluación y tratamiento inicial", estas tareas son:

- Evaluación de la vía aérea ( $eva$ )
- Ventilación mecánica ( $vm$ )
- Control de la Hipotensión ( $ch$ )
- Manejo del analgésico ( $ma$ )

La función objetivo propuesta queda definida como

$$S_{ia}(Q, I) = I_{eti}(Q_{deva} + Q_{dvm} + Q_{dch} + Q_{dma}) + I_{rQ1}(Q_{eeva} + Q_{evm} + Q_{ech} + Q_{ema}) + Q_{ieva} + Q_{ivm} + Q_{ich} + Q_{ima}$$

La función objetivo para la incidencia alta,  $S_{ia}$  se forma con la suma de los productos de la incidencia del proceso ( $I_{eti}$ ) por la suma de los costos directos de cada tarea del proceso ( $Q_{deva}$ ,  $Q_{dvm}$ ,  $Q_{dch}$ ,  $Q_{dma}$ ), la razón de proporción del equipo médico ( $I_{rQ1}$ ) por la suma de los costos del equipo médico utilizado en cada tarea ( $Q_{eeva}$ ,  $Q_{evm}$ ,  $Q_{ech}$ ,  $Q_{ema}$ ) y los costos indirectos derivados de cada tarea ( $Q_{ieva}$ ,  $Q_{ivm}$ ,  $Q_{ich}$ ,  $Q_{ima}$ ).

Los valores numéricos de los costos pueden obtenerse siguiendo su comportamiento en los procesos operativos correspondientes mientras que el valor de las incidencias será resultado de consideraciones más bien heurísticas mientras se genera suficiente evidencia para su ajuste. Por ejemplo se puede dar el mayor valor en una escala arbitraria a las incidencias altas dado su impacto en el estado del paciente, el menor valor a la incidencia baja y un valor intermedio a la incidencia media. En este caso  $I_{eti}$  tendrá un valor alto. La cuantificación de la razón de proporción de equipo médico estará en función de la cantidad y el tipo de intervención que tiene el equipo utilizado en el proceso operativo; se puede proceder haciendo una lista de los equipos involucrados en cada actividad de los procesos y ponderarlos de acuerdo a qué tan importantes son para mantener con vida y seguro al paciente mientras se presenta una incidencia.

Para las incidencias media y baja el procedimiento es el mismo por lo que se puede generalizar la formulación de la función objetivo de la siguiente manera:

$$S_{ij}(Q, I) = \sum_{l=1}^n I_{pl} \left( \sum_{k=1}^m Q_{da_k} \right) + I_{rQ_i} \left( \sum_{k=1}^m Q_{ea_k} \right) + \sum_{k=1}^m Q_{ia_k}$$

- $S_{ij}$  es la función objetivo de la incidencia  $i$  clase  $j$  ( $a$ =alta,  $m$ =media y  $b$ =baja)
- $I_{pl}$  es la incidencia del proceso operativo  $p$  donde  $l$  contabiliza todos los procesos involucrados
- $Q_{da_k}$  es el costo directo de la actividad  $a$  donde  $k$  contabiliza todas las actividades asociadas a cada proceso  $p_l$
- $I_{rQ_i}$  es la razón de proporción del equipo médico asociado a la incidencia  $Q_i$
- $Q_{ea_k}$  es el costo del equipo médico de la actividad  $a$  donde  $k$  contabiliza todas las actividades asociadas a cada proceso  $p_l$
- $Q_{ia_k}$  es el costo indirecto de la actividad  $a$  donde  $k$  contabiliza todas las actividades asociadas a cada proceso  $p_l$

## II. Hospital con unidad de atención al paciente quemado:

$S_n(Q, I)$ : función resultado en términos de la seguridad del paciente

$Q$  es el conjunto de costos asociados

- $Q_{dn}$ : Costos directos de la intervención  $n$
- $Q_{im}$ : Costos indirectos de la tarea  $m$

$I$  representa las incidencias.

- $I_n$ : Incidencia en la intervención  $n$

En el caso de la Unidad de Quemados el factor relacionado con el equipo médico se asocia con los costos directos ya que toda la infraestructura tecnológica de la UQ está totalmente dedicada a atender al paciente quemado por lo que tanto los costos de equipo médico como el término asociado con la razón de proporción de equipo médico no se toman en cuenta.

Del mismo modo en que se abordó el caso del hospital sin UQ, se toman en cuenta los tres tipos de incidencia para la cuantificación de la función objetivo, la cual queda determinada de la siguiente manera:

$$S_{ij}(Q, I) = \sum_{l=1}^n I_{pl} \left( \sum_{k=1}^m Q_{da_k} + \sum_{k=1}^m Q_{ia_k} \right)$$

La función objetivo  $S_{ij}$  es el producto de las incidencias de los procesos por la suma de los costos directos e indirectos de las actividades asociadas a los procesos de la intervención.

## Discusión y Conclusiones

El contar con la información completa y exacta de los procesos operativos es uno de los mayores desafíos que se presentó en el desarrollo de este proyecto ya que no se suele tener la costumbre de documentar las acciones realizadas basándose en el supuesto de que todo lo requerido se encuentra en un manual de operaciones que casi nadie conoce o sabe dónde se encuentra. La comparación en este momento no es muy pareja ya que se trata de poner en un mismo terreno una realidad (el hospital que utiliza diferentes servicios para atender al paciente quemado) con un escenario diseñado a la medida (la Unidad de Quemados del hospital). Aun así se puede obtener información importante y que forme la base para trabajo futuro:

- Se identificaron las categorías específicas de costos y se asignaron variables a cada una de ellas.
- Se obtuvo un prototipo de unidad de quemados y de su interacción con el resto del hospital en términos de optimización de tiempos y movimientos en beneficio del paciente.
- Se comprobó, una vez más, la conveniencia de desarrollar el análisis mediante gestión por procesos. Se pudo tener una panorámica más clara y precisa de los objetivos a los que se quiere llegar a partir de una aproximación organizada.
- Se propuso una forma de evaluar la relación costo-beneficio centrándola en el paciente a través de una función objetivo que diera prioridad a su seguridad.

Al realizar la comparación se pudo observar que el factor tecnológico juega un papel importante para la determinación de la función objetivo, base para el análisis costo-beneficio. Los equipos médicos "prestados" para atender al paciente quemado en una institución que no tiene UQ originalmente están dedicados a un perfil más general de paciente, el que llega al servicio clínico donde se encuentran ubicados. En contraste, los equipos médicos de la UQ, aunque pudieran ser del mismo tipo que los ubicados en otras áreas, tienen como función únicamente ser utilizados para la atención del paciente quemado. En teoría económica el uso de un bien o servicio para otro fin distinto al original deja un hueco en su lugar de origen (Ver capítulo 1). El término de razón de proporción de equipo médico  $I_{rem}$  se incorporó al caso del hospital sin UQ para considerar este efecto, el cual para nuestro caso resulta complicado de evaluar: ¿es más importante atender a un paciente quemado que a algún otro tipo de paciente que llega al hospital? Será necesario más investigación en la definición de este término si se quiere aproximar más a la situación real.

Este trabajo terminó siendo un proyecto de modelado de la UQ, faltó poner valores numéricos que respaldaran la toma de decisión. Sin embargo el análisis proporciona elementos de partida para la realización de comparaciones mejorando los procesos y afinando la definición de la relación costo-beneficio.

## NOTAS

1. Este trabajo es el resultado de la investigación del M. en I. Jair Asis Villanueva Padilla titulado "*Aproximación a un modelo para analizar la tecnología diagnóstica en las diferentes fases de su ciclo de vida soportado en un sistema de gestión por procesos*"

Fuente:

<http://tesiuami.izt.uam.mx/uam/aspuam/presentatesis.php?recno=14621&docs=UAMI14621.pdf>

Asimismo este caso de estudio se basa en la información presentada en [1]

2. El trabajo original es un proyecto de gestión tecnológica cuyo alcance es mucho mayor al mostrado en este libro. Se tomó como base la parte económica del mismo para plantear, a manera de proyecto resumido, la determinación de costos para la tecnología diagnóstica.

3. Este trabajo es el resultado de la investigación de la M. en I. Norma Patricia Navor Galeana titulado "*Metodología sustentada en gestión económica por procesos: Evaluación de la transición hacia un servicio de radiología digital*"

Fuente:

<http://tesiuami.izt.uam.mx/uam/aspuam/presentatesis.php?recno=15857&docs=UAMI15857.pdf>

Asimismo este caso de estudio se basa en la información presentada en [5]

4. Dentro del programa sectorial de salud (PROSESA) 2013-2018, se cuenta con un objetivo, estrategia y línea de acción asociada a la evaluación de tecnologías:

Objetivo 5: *Asegurar la generación y el uso efectivo de los recursos en salud*

Estrategia 5.2: *Impulsar la eficiencia del uso de los recursos para mejorar el acceso efectivo a servicios de salud con calidad*

Línea de acción 5.2.6: *Consolidar la evaluación de tecnologías como instrumento para la toma de decisiones*

Referencia: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5326219&fecha=12/12/2013](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5326219&fecha=12/12/2013)

5. Se trata del Instituto Nacional de Rehabilitación, cuya función es atender los servicios de los pacientes cuyos padecimientos son todos los concernientes al sistema músculo esquelético y los padecimientos de audiología, oftalmología y foniatría.

Referencia: <http://www.inr.gob.mx/sa06.htm>

6. El trabajo utilizó la implementación BizAgi Process Modeler V 1.4.2.0 (<http://www.bizagi.com>). Aunque existen otras opciones comerciales de libre acceso y paga, la selección obedeció a que la plataforma es completamente compatible con la normatividad establecida para BPM, aunque sólo se cuente con la versión para Windows. En wikipedia se presenta un cuadro descriptivo de las opciones disponibles para el desarrollo de BPM

([https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_Business\\_Process\\_Modeling\\_Notation\\_tools](https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_Business_Process_Modeling_Notation_tools)).

7. Este trabajo es el resultado del proyecto de los Ingenieros Biomédicos Javier Ortiz Sánchez y Juan Pablo Villalba Chávez titulado: "*Análisis Costo-Efectividad par la creación de una unidad de quemados*"

Fuente:

<http://tesiuami.izt.uam.mx/uam/aspuam/presentatesis.php?recno=16313&docs=UAMI16313.pdf>



8. Existen diferentes recursos descriptivos y estadísticos donde se pueden consultar los datos como los anuarios estadísticos en salud, o las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

Referencias:

[http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/publicaciones/p\\_anuario.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/publicaciones/p_anuario.html)

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/salud/default.aspx>

9. Un proceso operativo se define como el conjunto de operaciones dentro de un subsistema con una finalidad determinada. En nuestro caso la finalidad es la atención al paciente quemado.

Referencia: Corella I., Val-Pardo JM, Dirección y gestión hospitalaria de vanguardia, Díaz de Santos, 2005.

10. Los puntos críticos son elementos (en este caso acciones puntuales) que obstaculizan el desarrollo fluido del proceso. En nuestro caso estos puntos críticos pueden empeorar el estado del paciente quemado por lo que se pueden considerar como puntos de atención con alta prioridad. De este modo el uso de procesos también nos da las bases para la creación de programas de mejora de la calidad en el servicio.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Villanueva-Padilla J. A., Martínez-Licona F. M. (2009). Ciclo de Vida de la Tecnología Médica; Una Aproximación Integral, Memorias del XXXII Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica, pp. 78-81.

[2] Petherick E., Villanueva E., Dumville J., Bryan E., Dharmage S. (2007). An Evaluation of Methods Used in Health Technology Assessments. Medical Services Advisory Committee. eMJA, 187(5):289-92.

[3] Perry S., Gardner E., Thamer M. (1997). The Status of Health Technology Assessment Worldwide: Results of an International Survey. Int J Techno Assess Health Care, 13(1):81-98.

[4] Infante, A. (1997). La acción de la OPS en apoyo a la evaluación de las tecnologías en salud en América Latina y el Caribe. Rev Panam Salud Pública/Pan Am J Public Health, 2(5):363-71.

[5] Navor-Galeana N. P., Martínez-Licona F. M., Gutiérrez-Martínez J., Molina-Salazar R. (2009). Metodología para el Análisis de Costos del Servicio de Radiológica Convencional, presentado en el Primer Congreso de Bioingeniería, Costa Rica.

[6] Lázaro y Mercado, P. L. (1998). "Desarrollo, innovación y evaluación de la tecnología médica", en Sociedad Española de Salud Pública. La Salud Pública y el Futuro Estado de Bienestar, Escuela Andaluza de Salud Pública, Granada España 345-373.

[7] Azpiroz-Leehan J., Cadena-Mendez M., Martínez-Licona F. (2007). Analysis of the Medical Imaging Services at Three Hospitals of the Mexican National Health Systems. J. Medical Systems, 31:288-294.

[8] Singer M., Applegate K. (2001). Cost-Effectiveness Analysis in Radiology, Radiology, 219:611-620.

- [9] Chang J. (2006). Business Process Management Systems: Strategy and Implementation, Auerbach Publications, NY.
- [10] Owen M., Raj J. (2003). BPMN Business Process Management, Introduction to the New Business Process Modeling Standard, Popkin Software, disponible en <http://www.bptrends.com/publicationfiles/03-04 WP BPMN and BPM Owen-Raj.pdf>.
- [11] Drummond M.F., Sculpher M.J., Torrance G.W., O'Brien B.J., Stoddart G.L. (2005) Methods for Economic Evaluation fo Health Care Programs, 3rd Ed., Oxford University Press,
- [12] Bedlin, A., Linares, H. A. Benaim, F. (1993) Tratado de Quemaduras. Interamericana, McGraw-Hill. México
- [13] Siamanga H. (2002). Burn Injuries – Treatment of Burn Patients Prior to Admission to the Emergency Department, *Annals of Burns and Fire Disasters*, 15(2).

# Índice temático

## A

análisis de costos, 5, 32, 38, 47, 50, 63, 73

## C

costo, 4, 5, 11, 16, 17, 20, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 53, 56, 57, 58, 59, 61, 64, 65, 66, 72, 75, 82, 84, 85

costo de oportunidad, 5, 16, 34, 57

costo-beneficio, 5, 35, 36

costo-efectividad, 5, 35, 37, 39, 50, 51, 53, 54, 55, 57, 58, 75

costos, 5, 11, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 51, 53, 54, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Costos directos, 45, 83, 84

Costos indirectos, 45, 83, 84

Costos intangibles, 45

costo-utilidad, 5, 35, 39, 53

## E

economía, 4, 6, 15, 19, 23, 26, 27, 28, 29, 50

eficiencia, 4, 15, 20, 24, 34, 42, 43, 60, 86

equidad, 4, 20, 21, 42

escasez, 2, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 20, 24, 34

evaluación de tecnologías médicas, 3, 5, 32, 36, 52, 54, 62

evaluación económica, 4, 5, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 42, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 55, 57, 58, 60, 62, 63, 70, 71

evaluación económica de tecnologías médicas, 55, 62

evaluación tecnológica, 5, 42, 52, 56, 59, 62, 63, 67

## F

factores de producción, 12, 16, 17, 19, 24, 45

FPP, 4, 15, 16, 20

Frontera de Posibilidad de Producción. Véase FPP

función de producción, 5, 42, 46, 47, 48, 49, 50, 68

## I

Ingeniero Biomédico, 4, 5, 18, 47, 48, 52, 62

## L

libre mercado, 20, 28, 29, 30

## M

minimización de costos, 32, 34

## P

Pareto, 15, 16, 18, 20

precio, 35, 44, 45

productividad, 14, 16, 17, 18, 19, 54, 65, 66

## R

recursos, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 40, 43, 46, 47, 56, 62, 63, 67, 68, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 86, 87

## S

salud, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 29, 30, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 66, 67, 68, 74, 76, 80, 86, 87

sistema económico, 4, 24, 26, 27, 28, 29

sistemas económicos, 4, 24, 26, 27, 30

## T

tecnología, 4, 5, 7, 12, 24, 30, 32, 36, 37, 38, 40, 42, 44, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 72, 73, 76, 86, 87

tecnología médica, 4, 37, 38, 49, 62, 63, 66

Tecnologías Médicas, 12, 42

## V

valor, 8, 9, 30, 34, 35, 38, 39, 40, 44, 45, 46, 49, 50, 52, 53, 54, 62, 66, 75, 83