

Evaluación de la tecnología en el laboratorio de análisis clínicos

Por Noemí Savoia



Bioquímica. Licenciada en
Administración Hospitalaria.
Diplomada en Salud
Pública. Magíster en
Economía y Gestión de la
Salud por el Instituto
Universitario ISALUD.

1. Introducción

El desarrollo de la tecnología en el Laboratorio de Análisis Clínicos tuvo, en nuestro país, un fuerte impulso a partir de la década de los 80. Se entiende por tecnología a la aplicación del conocimiento, empírico y científico, a una finalidad práctica. Este concepto, en el campo de la salud, comenzó refiriéndose a medicamentos, equipos, procedimientos médicos y quirúrgicos, modelos de organización y sistemas de apoyo. Esta definición se ha ido expandiendo para abarcar todos los métodos técnicos que se aplican a la atención de las personas, y también para resaltar la importancia de los conocimientos asociados a su uso.

Por evaluación de tecnología se entiende la forma integral de investigar las consecuencias técnicas, económicas y sociales de su empleo, tanto a corto como a largo plazo, así como sus efectos directos e indirectos, deseados y no deseados.

La aparición en nuestro país de gran cantidad de equipos de diagnóstico de laboratorio, obliga a desarrollar un modelo de evaluación de dicha tecnología, que permita informar a usuarios (bioquímicos, pacientes, médicos y gestores) las alternativas posibles y proporcionar elementos para la toma de decisiones estratégicas relacionadas fundamentalmente con la asignación de recursos.

Desde esta perspectiva, en esta tesis se aborda el tema de la evolución de la Tecnología de Laboratorio de Análisis Clínicos, y se plantean los siguientes objetivos:

- Desarrollar una guía metodológica para evaluar la conveniencia de la incorporación, de nueva tecnología, en términos de eficacia, eficiencia y efectividad sanitaria y económica.
- Realizar una aplicación práctica de la guía metodológica propuesta, tomando como modelo un laboratorio de características y complejidad similar a los laboratorios que pertenecen a los hospitales públicos de la Provincia de Buenos Aires.

* La versión completa de este trabajo y sus referencias bibliográficas se encuentran disponibles para su consulta en nuestro Centro de Documentación.

2. Descripción del problema

La automatización en el Laboratorio de Análisis Clínicos ha evolucionado, desde el manejo mecánico de las muestras hacia sistemas tecnológicos más complejos, a partir de principios de los años setenta. El avance en la automatización del laboratorio se ha movido desde la “micro-automatización” hasta la “automatización modular” o “la automatización total” y continúa avanzando.

Desde este contexto, cobran relevancia los siguientes interrogantes: ¿Cómo está cambiando el desarrollo de la tecnología en el laboratorio? ¿Puede la automatización disminuir los costos operativos? ¿Qué cambios afectan la entrega de resultados del laboratorio? ¿Cómo puede la automatización mejorar el servicio del laboratorio? ¿Cuál es la forma más adecuada para evaluar la tecnología en el Laboratorio de Análisis Clínicos?

El costo-efectividad de las soluciones de la automatización sugeridas por la industria ha sido difícil de evaluar, ya que el número de instalaciones automatizadas es bajo y la precisión con que se recogen los datos operativos no es óptima. La incorporación de tecnología sólo se justifica cuando se genera economía en escala, se disminuye el costo operativo y se aumenta la calidad de las prestaciones. La incorporación indiscriminada de la tecnología de laboratorio, debido a insuficiencias en la regulación, tanto de la oferta como de la calidad, como la consecuente generación de capacidad ociosa, tienen como consecuencia el aumento del gasto ineficiente.

Ante la gran variedad de equipamiento y la aparición constante de nuevas tecnologías se hace necesario elaborar un modelo de análisis que permita la evaluación de las mismas, en función de la complejidad y demanda, a fin de desarrollar herramientas de gestión que fundamenten la toma de decisiones por parte de los administradores y potencien la optimización de los recursos. En este sentido, la evaluación económica de la tecnología de laboratorio contribuye a la selección de aquellas tecnologías más costo-efectivas para el contexto específico en que se desarrollan los servicios requeridos. Siguiendo el propósito de esta tesis, se considera que la formulación de una guía metodológica para la evaluación de tecnologías de laboratorio permitirá comparar distintas alternativas, como también aplicar criterios de selección tendientes a mejorar la eficiencia de este recurso.

3. Metodología

Se realizó una investigación aplicada, en la cual se utilizó metodología propia de la evaluación económica. Se propuso un aporte metodológico (Guía de Evaluación de Tecnologías de Laboratorio) formulado en base a una revisión bibliográfica y documental. Se tomó como antecedente a la metodología empleada en la evaluación económica de medicamentos y evaluación de tecnologías sanitarias y programas sanitarios. Se analizaron las distintas formas de contratación y adquisición de equipamientos, en especial del sector público, a partir de documentos como ser normativas, modelos de licitación y publicaciones de organismos públicos (Ministerio de Salud de la Nación y Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires). Una vez formulada la Guía, se realizó una aplicación práctica de la misma.

4. Marco referencial

Tecnologías para Laboratorios de Análisis Clínicos

El laboratorio es un servicio sanitario que, a partir del estudio de muestras biológicas de pacientes, proporciona información (resultados) para la toma de decisiones clínicas y participa en el diagnóstico, tratamiento y control de la evolución de la enfermedad.

Si bien las funciones de los laboratorios son esencialmente clínicas, también contribuyen en actividades preventivas (diagnóstico temprano, recuperación y limitación de la incapacidad) y en programas epidemiológicos referidos a enfermedades transmisibles.

Para ser eficiente, un laboratorio debería cumplir con tres premisas básicas:

- **fiabilidad:** los resultados deben tener un grado de exactitud aceptable.
- **oportunidad:** los resultados deben estar disponibles a su debido tiempo.
- **costo:** el costo de los estudios debe ser el mínimo posible cumpliendo con las dos condiciones anteriores.

El laboratorio eficiente es aquel que suministra resultados con un grado de fiabilidad aceptable, dentro del plazo adecuado y al menor costo posible. Actualmente, los autoanalizadores automáticos de laboratorio son tan básicos en el cuidado de la salud que es imposible imaginar un laboratorio hospitalario sin ellos. La automatización en los hospitales ha aumentado como consecuencia del incremento de la demanda, la cual puede satisfacerse gracias a la mayor cantidad de prácticas disponibles en cada estación de trabajo micro-automatizada. En este contexto, se dificulta el funcionamiento de un laboratorio, en especial hospitalario, sin la incorporación de este tipo de tecnología, ya que las ventajas esperadas son innumerables respecto a los costos, la efectividad y la calidad de servicio.

Aproximadamente a partir de la década de los 80 es cuando comienzan a automatizarse algunos laboratorios hospitalarios y grandes laboratorios privados, pero sus costos resultaban muy altos para el sector público. En la década de los '90 (durante el período de convertibilidad, con paridad cambiaria del peso argentino \$1= U\$S 1) la necesidad de optimizar la eficiencia de los laboratorios, con la aparición en el mercado de nuevas formas de contratación (préstamo por consumo de insumos, leasing o comodato) se produce una explosión tecnológica con la que se automatizan las áreas básicas (química clínica, hematología, inmunoanálisis) de la mayoría de los laboratorios hospitalarios de la Ciudad de Buenos Aires, Provincia de Buenos Aires y grandes ciudades del interior del país, como también laboratorios privados con gran volumen de muestras. Esto permitió la organización de islas o estaciones de trabajo micro-automatizadas con utilización de metodologías similares, según el tipo de práctica. Actualmente, en nuestro país, como consecuencia de la evolución de la tecnología de análisis clínicos, existen sistemas de múltiples analizadores, en algunos casos con control a través de redes de computación.

El paso posterior para continuar aumentando la eficiencia y la productividad de los laboratorios con gran volumen de muestras, estaría dado por la implementación de un sistema modular, que es la integración y la automatización de procesos a través de un sistema informático.

5. Guía Metodológica para la Evaluación Económica de Tecnología de Laboratorio de Análisis Clínicos

La Guía Metodológica para la Evaluación Económica de Tecnología de Laboratorio de Análisis Clínicos, formulada en esta tesis, comprende las siguientes etapas:

Etapla 1: Formulación de un proyecto de cambio de Tecnología en el Laboratorio de Análisis Clínicos: Implica la presentación analítica y cronológica de las actividades a desarrollar para la incorporación de la tecnología que satisfaga los servicios demandados y considerando: el flujo de trabajo, la oferta y la demanda de prestaciones, los recursos físicos, los recursos humanos necesarios, tiempo de puesta a punto y vida útil del proyecto.

Etapla 2: Investigación, selección y especificación de las opciones: Supone la individualización de las mejores alternativas de inversión y producción disponibles, siendo necesario un acabado conocimiento del mercado de la tecnología del Laboratorio.

Etapla 3: Ciclo de vida del proyecto- Horizonte Temporal: Se sugiere considerar, en general, un ciclo de vida de 5 años.

Etapla 4: Identificación, Clasificación y Medición de Efectos: Implica estimar los efectos y cambios que se producen en las variables al introducir una modificación en una situación determinada. Ej.: Incorporación de un autoanizador en un Laboratorio de Análisis Clínicos. Se producirán efectos directos sobre la producción del laboratorio, efectos indirectos para la institución y el paciente, e intangibles tanto para el laboratorio, para su personal, para la institución y para la población beneficiaria.

Etapla 5: Cuantificación de los efectos y valoración monetaria de los recursos: Una vez identificados los efectos, los mismos deben ser adecuadamente cuantificados. Los efectos más comunes a considerar para la evaluación de Tecnología de Laboratorio son la producción en cantidad de análisis, en unidades de laboratorio, los costos, y los ingresos. A partir de las unidades de laboratorio se puede calcular la cantidad de personal para cada opción. Los ingresos se consideran a partir de la facturación a terceros pagadores. Los costos directos, indirectos y los costos en personal se medirán para cada actividad que se afecta con la incorporación de la nueva tecnología. Se pueden medir otro tipo de efectos (tiempo de respuesta, errores), la cual permite evaluar la calidad y la bioseguridad de la tecnología considerada.

Etapla 6: Análisis del Costo-Beneficio: Consiste en la medición del beneficio, en términos monetarios, que se produce al incorporar una nueva Tecnología de Laboratorio en función del costo. Se debe calcular el Valor Actualizado Neto para cada una de las opciones. Si se quiere aplicar para el sector público se utilizará el nomenclador para hospitales de gestión descentralizada, para incorporar los ingresos a dicha evaluación económica.

Etapla 7: Análisis de Costo Unitario: Es una forma de evaluación económica donde se comparan la producción de una o más opciones de un programa, proyecto o intervención en las mismas condiciones. Los

costos se valoran en unidades monetarias y la producción en unidades naturales, en este caso cantidad de análisis.

$$\text{Costo-Unitario} = \frac{\text{Costo } i.}{\text{Efecto } i.}$$

Etapla 8: Evaluación Económica y Financiera: La evaluación financiera del proyecto de cambio de Tecnología de Laboratorio permite comparar los beneficios producidos respecto a las rentas producidas, con otras alternativas de inversión. La evaluación económica consiste en la determinación de la utilidad económica del proyecto. Se requiere que exista equivalencia entre el riesgo inherente al proyecto y la inversión alternativa de comparación. Se utiliza el flujo de fondos (criterio de percibido) y la tasa de descuento con la que se actualiza ese fondo. Una *proxy*, es la tasa de interés pasiva del mercado (costo de oportunidad). Se elige para este caso el 12% (0,12) anual.

Las herramientas que se aplican son el Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Valor Actualizado Neto (VAN)

El VAN se calcula mediante una fórmula polinómica. El resultado indica si el proyecto es capaz de generar mayor o menor beneficio que una imposición a una tasa de descuento seleccionada.

Son preferentes los proyectos con un VAN más alto (siempre que hayan sido formulados con la misma tasa de descuento y criterios uniformes). El ranqueo de alternativas es un mecanismo para priorizar la selección y tender a una eficiente asignación del gasto. Si el VAN es negativo el proyecto no es viable. En el sector público, deberá considerarse la necesidad de brindar determinado servicio aún cuando las prestaciones no se puedan autofinanciar.

$$\text{VAN} = \frac{\text{Sumatoria de ingresos (percibidos)} - \text{Costos (percibidos)}}{(1 + i)^n}$$

i : tasa de interés o rentabilidad anual de la inversión alternativa (Ej. tasa de interés pasiva) o bien *i* puede ser la rentabilidad buscada.

n: es la cantidad de períodos que se evaluará el proyecto teniendo en cuenta la valuación económica por devengado.

Tasa Interna de Retorno (TIR).

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de descuento (*i*) que iguala el VAN a 0.

Generalmente se seleccionan los proyectos que tienen TIR más alta. En el sector privado se considera que los proyectos con tasa de retorno inferior a las tasas reales de financiamiento no son viables. La tasa de descuento es un parámetro clave para evaluar la rentabilidad de un proyecto cuyos efectos se producen en períodos futuros. La tasa de descuento que se elige habitualmente es la tasa pasiva del mercado.

Etapla 9: Análisis de Sensibilidad. Tratamiento de riesgo e incertidumbre: El análisis de sensibilidad trata de determinar, ante un cambio cuantitativo, cual de las variables produce un mayor impacto en los ingresos. Para medir la sensibilidad se realizan simulaciones tratando de valorar cambios en las variables y recalculando el VAN y el TIR. Un análisis de sensibilidad consiste en calcular los resultados bajo diversas hipótesis, en cuanto al valor de las variables de parámetros inciertos, tomando valores extremos (favorables y desfavorables). El riesgo

se vincula con el grado de probabilidad, respecto a un cambio del escenario en el que se individualizó, formuló y evaluó el proyecto. El nivel de riesgo está relacionado con el grado de incertidumbre. Los riesgos pueden ser internos o externos al proyecto.

Etapas 10: Presentación de resultados: Se proponen distintas formas de expresión de resultados: costo medio (es el costo promedio por análisis de laboratorio); costo unitario (es el costo por unidad, se puede medir por tipo de análisis o por análisis producidos por unidad de trabajo); análisis de costo-beneficio (es la diferencia entre la totalidad de los ingresos generados por los análisis producidos o a producir y la totalidad de los costos generados para producir los mismos análisis)

6. Resultados: aplicación práctica de la Guía Metodológica al caso seleccionado de un laboratorio de Hospital Público Provincial

6.1: Modalidad y condiciones de la aplicación:

- Se aplicó la Guía Metodológica propuesta tomando como modelo un laboratorio perteneciente a un hospital público provincial (Pcia. de Bs.As.) de alta complejidad. El estudio se realizó con costos y producción en el período de convertibilidad (\$1 = US\$ 1)
- **Cuestión planteada:** Se realizó una aplicación práctica de la guía metodológica, con evaluación económica de una tecnología modular para laboratorio de análisis clínicos y comprobar si es más beneficiosa que la tecnología micro-automatizada, que es la que actualmente se utiliza en los laboratorios hospitalarios.
- **Especificación de las opciones a evaluar:** Realizado un estudio de la oferta disponible en el mercado nacional se decidió comparar dos opciones:
 - OPCIÓN A: Tecnología Actual con múltiples analizadores, tecnología micro-automatizada.
 - OPCIÓN B: Tecnología Modular con consolidación de estaciones de trabajo, interconexión de sistema informático en red, y utilización de tubo primario.

Se compara con el mismo nivel de producción. Se eligió como forma de contratación, la compra de insumos con equipamiento en préstamo, que incluye servicios técnicos y repuestos.
- **Horizonte temporal:** Se consideró un período de cinco años.
- **Clasificación de las variables:** Los efectos que se medirán son producción, cantidad de personal, costo e ingresos probables para ambas tecnologías. El resto de los efectos no se medirán en este estudio.
- **Cuantificación y medida de las variables:** Para el estudio se seleccionan los sectores de mayor demanda: Hematología, Hemostasia, Química Clínica, Electrolitos, Proteínas, Serología, Endocrinología y Virología. La producción se mide en unidades de laboratorio y análisis. La cantidad de personal se calculó teniendo en cuenta las unidades de laboratorio (UL) producidas en cada sector del laboratorio, según la tecnología utilizada y los factores de conversión para cada tipo de equipamiento (tecnología “A” y tecnología “B”). Los ingresos probables se calcularon a partir de la cantidad de análisis y sus aranceles

según las publicaciones del Ministerio de Salud de la Nación.

- **Evaluación Económica. Análisis de Costo Beneficio:** Se cuantificaron los costos anuales por costos directos, indirectos y en recursos humanos por estación de trabajo para la Tecnología “A” y la Tecnología “B”. Se propusieron indicadores de producción, cantidad de personal, productividad y costo medio por análisis, ahorros en personal y ahorros anuales. Se realizó un flujo de fondos por criterio de devengado. Se cuantificaron los beneficios que surgen de la diferencia entre los ingresos y los costos en el período de tiempo de 5 años. Se calculó el beneficio anual y el Valor Actual Neto para ambas tecnologías.
- **Evaluación Financiera- (VAN) – (TIR) – Análisis de Sensibilidad:** Se realizó un flujo de fondos por el principio de percibido y se calculó el VAN y la TIR durante el período de duración del proyecto en una situación ideal donde se estima una cobranza del 100%. Luego se realiza un estudio de sensibilidad en diferentes escenarios hipotéticos y se calcula el VAN y la TIR para cada situación y para cada tecnología.

6.2. Aplicación de la Evaluación de la Tecnología de Laboratorio:

6.2.1 Indicadores:

Producción:

Producción Total: 503.818 análisis.

Producción Tecnología “A”: 363.489 U.L.

Producción Tecnología “B”: 168.143 U.L.

Si bien la producción en determinaciones es la misma, la Tecnología “A” produce más U.L. que la Tecnología “B”. Como las U.L. se relacionan con los factores y estos a su vez con el tiempo de procesamiento de cada unidad se concluye que la tecnología “B” disminuye el tiempo de respuesta para el procesamiento de la misma cantidad de estudios.

Recursos Humanos:

La cantidad de personal se mide en equipos, integrados por un profesional y dos técnicos. Se calcula a partir de las U.L.

Tecnología “A”:		
$\frac{363.489 \text{ UL}}{39.000 \text{ UL/ equipo Prof. Año}}$	=	9,32 Equipos profesionales (aprox. 10)
Tecnología “B”:		
$\frac{168.143 \text{ UL}}{39.000 \text{ UL/ equipo Prof. Año}}$	=	4,31 Equipos Profesionales (aprox. 5)

Analizando este indicador se concluye que la tecnología “B” necesita el 50% de personal que la tecnología “A”.

Productividad:

Tecnología “A”:		
$\frac{503.818 \text{ análisis}}{10 \text{ equipos profesionales}}$	=	50.382 análisis/ Eq. Prof. Año
Tecnología “B”:		
$\frac{503.818 \text{ análisis}}{5 \text{ equipos profesionales}}$	=	101.652 análisis/ Eq. Prof. año

Observando los resultados se concluye que la tecnología "B" es más productiva que la tecnología "A".

Ahorro en Personal:

Gasto personal Tecnología "A"/año – Gastos personal Tecnología "B"/año = \$ 387.554 – \$ 157.500 = \$ 130.054

La tecnología "B" ahorra un 33% en gasto de personal.

Ahorros en Costos Indirectos:

Costos indirectos de la Tecnología "A" – Costos Indirectos de la Tecnología "B" = \$ 53.280 - \$ 35.520 = \$ 17.760

La Tecnología "B" ahorra un 33 % en costos indirectos.

Ahorros Totales Anuales:

Ahorros Anuales: Sumatoria (Gastos Tecnología "A" – Gastos Tecnología "B") = \$ 571.854 - \$ 444.260 = \$ 127.594/ año

Los ahorros totales son menores que los ahorros en personal porque los insumos de la Tecnología "A" son más costosos que los insumos de la Tecnología "B".

Los ahorros totales son la sumatoria de los ahorros en personal, insumos y costos indirectos:

Ahorros totales = Ahorros Personal + Ahorros Insumos y Equipos + Ahorros Costos Indirectos

\$ 127.594 = \$ 130.054 - 20.220 + \$ 17.760

La tecnología "B" ahorra un 22 % de gastos totales con respecto a la tecnología "A".

6.2.2 Evaluación Económica y Financiera

Una vez planteadas las alternativas, la estructura y la proyección temporal de la producción y el cronograma, se debe cuantificar los beneficios del proyecto integrando los flujos económicos (principio de devengado) y los financieros (principio de percibido) de los ingresos y los costos calculados. Se proponen distintos escenarios para realizar un estudio de sensibilidad y evaluar el riesgo y la incertidumbre. Se calcula el VAN y la TIR para cada situación.

Evaluación Económica. Flujo de Fondos (criterio de devengado):

Para realizar la evaluación económica en este estudio de caso, se su-

Tabla 1
Flujo de Fondos (criterio de devengado). Tecnología "A"

Concepto	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Total	%
	\$	\$	\$	\$	\$		
Ingreso							
1 Hematología, Hemostasia	312.000	312.000	312.000	312.000	312.000	1.560.000	18
2 Química, Proteínas, Electrolitos, Serología	901.336	901.336	901.336	901.336	901.336	4.506.680	52
3 Endocrinología, Virología	518.400	518.400	518.400	518.400	518.400	2.592.000	30
Total Ingresos	1.731.736	1.731.736	1.731.736	1.731.736	1.731.736	8.658.680	100
Costos							
Ins.Equip.Ser. Tec.	231.020	231.020	231.020	231.020	231.020	1.155.100	40
Personal	287.554	287.554	287.554	287.554	287.554	1.437.770	50
Costos Indirectos	53.280	53.280	53.280	53.280	53.280	266.400	10
Total Costos	571.854	571.854	571.854	571.854	571.854	2.859.270	100
Beneficio = Ingreso-Costos	1.159.882	1.159.882	1.159.882	1.159.882	1.159.882	5.799.410	

Fuente: Elaboración propia

VAN Tecnología "A": \$ 4.181.115

Tabla 2
Flujo de Fondos (criterio de devengado). Tecnología "B"

Concepto	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Total	%
	\$	\$	\$	\$	\$		
Ingreso							
1 Hematología, Hemostasia	312.000	312.000	312.000	312.000	312.000	1.560.000	18
2 Química, Proteínas, Electrolitos, Serología	901.336	901.336	901.336	901.336	901.336	4.506.680	52
3 Endocrinología, Virología	518.400	518.400	518.400	518.400	518.400	2.592.000	30
Total Ingresos	1.731.736	1.731.736	1.731.736	1.731.736	1.731.736	8.658.680	100
Costos							
Ins.Equip.Ser. Tec.	251.240	251.240	251.240	251.240	251.240	1.256.200	57
Personal	157.500	157.500	157.500	157.500	157.500	787.500	35
Costos Indirectos	35.520	35.520	35.520	35.520	35.520	177.600	8
Total Costos	571.854	571.854	571.854	571.854	571.854	2.859.270	100
Beneficio = Ingreso-Costos	1.287.476	1.287.476	1.287.476	1.287.476	1.287.476	6.427.380	

Fuente: Elaboración propia

VAN Tecnología "B": \$ 4.641.063

Tabla 3
Flujo de Fondos (percibido). Tecnología "A"

Concepto	Período 1 \$	Período 2 \$	Período 3 \$	Período 4 \$	Período 5 \$	Período 6 \$
Ingreso						
1 Hematología, Hemostasia	78.000	312.000	312.000	312.000	312.000	234.000
2 Química, Proteínas, Electrolitos, Serología	225.334	901.336	901.336	901.336	901.336	676.002
3 Endocrinología, Virología	129.600	518.400	518.400	518.400	518.400	388.800
Total Ingresos	432.934	1.731.736	1.731.736	1.731.736	1.731.736	1.298.802
Costos						
Ins.Equip.Ser. Tec.	231.020	231.020	231.020	231.020	231.020	0
Personal	287.554	287.554	287.554	287.554	287.554	0
Costos Indirectos	53.280	53.280	53.280	53.280	53.280	0
Total Costos	571.854	571.854	571.854	571.854	571.854	
Beneficio = Ingreso-Costos	-138.920	1.159.882	1.159.882	1.159.882	1.159.882	1.298.802

Fuente: Elaboración propia

VAN Tecnología "A": \$ 3.678.484 TIR Tecnología "A": 835%

Tabla 4
Flujo de Fondos (criterio de percibido). Tecnología "B"

Concepto	Período 1 \$	Período 2 \$	Período 3 \$	Período 4 \$	Período 5 \$	Período 6 \$
Ingreso						
1 Hematología, Hemostasia	78.000	312.000	312.000	312.000	312.000	234.000
2 Química, Proteínas, Electrolitos, Serología	225.334	901.336	901.336	901.336	901.336	676.002
3 Endocrinología, Virología	129.600	518.400	518.400	518.400	518.400	388.800
Total Ingresos	432.934	1.731.736	1.731.736	1.731.736	1.731.736	1.298.802
Costos						
Ins.Equip.Ser. Tec.	251.240	251.240	251.240	251.240	251.240	0
Personal	157.500	157.500	157.500	157.500	157.500	0
Costos Indirectos	35,520	35,520	35,520	35,520	35,520	0
Total Costos	444.260	444.260	444.260	444.260	444.260	
Beneficio = Ingreso-Costos	-11.326	1.287.476	1.287.476	1.287.476	1.287.476	1.298.802

Fuente: Elaboración propia

VAN Tecnología "A": \$ 4.139.431 TIR Tecnología "B": 11.367%

pone que todas las prestaciones del laboratorio hospitalario pueden ser facturadas y se abonan de acuerdo a los aranceles modulares publicados por el Ministerio de Salud. A fin de realizar la evaluación económica se considerará que la demanda es igual en todos los períodos, y se facturará en un 100% a terceros pagadores (criterio de devengado). En la Argentina a través del decreto 578/93 se establece el Hospital Público de Autogestión habilitando a recuperar parte de sus costos a través del cobro a Obras Sociales.

Evaluación Financiera. Flujo de Fondos. (Criterio de percibido):

a fin de realizar este estudio se consideró que las prestaciones se arancelan, que las facturas se presentan a los 30 días de realizada la prestación y que se cobran a los 150 días (total 180 días). La instalación de la nueva tecnología tarda 90 días en estar lista para su funcionamiento, debido al tiempo que transcurre para la instalación, puesta en marcha y entrenamiento del personal desde la toma de decisión. Se estima el primer ingreso a los 270 días, desde el comienzo del proyecto. Los costos indirectos se consideran iguales en todos los períodos. La tasa de interés para el cálculo de

VAN y TIR que se utiliza es 12% (0,12) anual. El horizonte temporal son 5 años.

Análisis de Sensibilidad: para el análisis de sensibilidad se modelizó al laboratorio en diferentes escenarios con opciones favorables y desfavorables. Como variables se analizaron los ingresos, equipamiento e insumos y costos de personal en ambas opciones. Se consideraron reducciones en los ingresos en un 75%, el 50% y el 25% de los análisis realizados. Luego se supuso un aumento en los costos directos en un 100% para cada alternativa y por último un aumento en los costos de personal en un 25%. Se calculó el VAN y la TIR para cada situación. Hasta en una reducción del 50% en los ingresos ambas tecnologías son rentables y se autofinancian. En todos los casos la Tecnología "B" tiene VAN y TIR más alto.

En el caso que se considere un aumento en el precio de los insumos hasta un 100%, ambas tecnologías siguen siendo rentables. Se autofinancian hasta una disminución de ingresos en un 50%. La tecnología "B" tiene VAN y TIR más altos.

Si se considera un aumento en equipamiento e insumos en 100%, y un

aumento en los costos de personal en un 25%, la Tecnología "A" tiene VAN y TIR negativos con una reducción en los ingresos de 50% mientras que la Tecnología "B" tiene VAN y TIR positivos. La Tecnología "B" es rentable y se autofinancia con unos ingresos de hasta 50%, mientras que la Tecnología "A" necesita ingresos del 75%.

Análisis de Costo-Medio.

Es una forma de evaluación económica donde se comparan los efectos de una o más opciones de un programa, proyecto o intervención en las mismas condiciones. Los costos se valoran en unidades monetarias y los efectos en unidades naturales, en este caso cantidad de análisis.

Costo Medio de la Tecnología "A" = $\frac{\$ 571.854}{503.818 \text{ análisis}} = \$ 1,13/\text{análisis}$

Costo Medio de la Tecnología "B" = $\frac{\$ 444.260}{503.818 \text{ análisis}} = \$ 0,88/\text{análisis}$

Para el mismo efecto, se elige la opción menos costosa. La opción "B" tiene menor Costo Medio en un 22%.

Análisis de Costo- Beneficio. Flujo de fondos (criterio devengado):

el estudio de costo-beneficio permite juzgar la conveniencia de asignar recursos a un proyecto determinado. Todas las variables (efectos) deben estar medidos en unidades homogéneas que permitan sumarlos y restarlos y obtener una cifra única que represente el beneficio neto.

Un proyecto debe llevarse a cabo si el beneficio es positivo. Si existen varias opciones excluyentes, la regla de decisión es elegir aquella que dé como resultado un beneficio mayor.

En el estudio de caso las variables son los ingresos y los egresos. Los egresos se representan por los costos directos, indirectos, y de personal. Se parte del supuesto que se factura y cobra a terceros pagadores el 100% de los análisis bajo el criterio de devengado.

Costo-Beneficio, 5 años, Tecnología "A" = \$ 4.181.115

Costo-Beneficio, 5 años, Tecnología "B" = \$ 4.641.063

La Tecnología "B" tiene mayor costo beneficio.

7. Resultados

En el estudio de caso presentado, aplicando la Guía Metodológica para la Evaluación de Tecnologías, y comparando los resultados de la evaluación de la Tecnología "B" con respecto a la Tecnología "A" se observa que:

- A igual cantidad de determinaciones, la Tecnología "B" tiene menor tiempo de respuesta porque la cantidad de unidades de laboratorio producidas son menores, prácticamente el 50%. (Las unidades de laboratorio se relacionan con el tiempo de procesamiento).
- La Tecnología "B" utiliza el 50% de personal.
- La productividad del personal para la Tecnología "B" medida en cantidad de análisis es mayor en un 100 %.
- El costo total por análisis para la Tecnología "B" es un 22% menor.
- Los costos indirectos para la Tecnología "B" disminuyen a la tercera parte (33%).
- Los ahorros totales anuales de la Tecnología "B" son de \$ 127.594 por año (22% respecto a la Tecnología "A").

Tabla 5
Variaciones de los ingresos

Variable: ingresos	Tecnología "A"		Tecnología "B"	
	VAN \$	TIR %	VAN \$	TIR %
75 %	2.244.096	294	2.704.044	715
50%	809.039	83	1.268.987	185

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6
Variaciones en los ingresos con aumento de equipamiento y reactivos en 100 %

Variable: ingresos	Tecnología "A"		Tecnología "B"	
	VAN \$	TIR %	VAN \$	TIR %
100 %	2.846.781	249	3.233.768	395
75 %	1.411.293	97	1.798.842	163
50 %	-23.664	-27	363.326	36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7
Variaciones en ingresos con aumento de insumos y equipamiento en 100 % y salarios en 25 %

Variable: ingresos	Tecnología "A"		Tecnología "B"	
	VAN \$	TIR %	VAN \$	TIR %
100 %	2.846.781	249	3.233.768	395
75 %	1.411.293	97	1.798.842	163
50 %	-23.664	-27	363.326	36

Fuente: Elaboración propia

- En la revisión del costo medio, tomando como efecto la cantidad de análisis a igual efecto la Tecnología "B" es menos costosa.
- En un análisis de costo-beneficio, tomando como beneficio la diferencia entre los ingresos y los egresos en el período de 5 años, la Tecnología "B" tiene mayor costo-beneficio.
- En un análisis de sensibilidad se estudiaron valores extremos y se observó:
 - En un caso ideal, si se factura y se cobra un 100% de las prestaciones realizadas, la Tecnología "B" tiene VAN y TIR mayor que la Tecnología "A".
 - Si se factura y se cobra un 50% ambas son rentables, teniendo la Tecnología "B" un VAN: \$ 1.270.120 y TIR: 185%.
 - Si se aumentan los insumos al 100%, con una facturación y cobranza de 50% el VAN y el TIR de la Tecnología "B" son mayores, VAN: \$ 364.457 y TIR: 36%.

- En las condiciones anteriores, si además los salarios aumentan el 25% la Tecnología “A” tiene VAN y TIR negativos mientras la Tecnología “B” tiene valores positivos \$ 187.797 y TIR: 14%.
- Tanto para un hospital público como para un hospital de autogestión o gestión descentralizada, se observa que hasta una facturación y cobranza del 50%, un aumento en insumos del 100% y un aumento en los salarios del 25% el proyecto tiene financiación propia y es rentable.
- En el caso de hospitales que no puedan autofinanciarse, utilizando la Tecnología “B”, a igual producción, se ahorran \$ 127.594 por año y el costo de las determinaciones disminuye un 22%. El ahorro en personal también disminuye a la mitad por lo cual el proyecto también es viable.

8. Conclusiones

La aplicación de la Guía Metodológica para la Evaluación de Tecnología de Laboratorios, propuesta en este trabajo, proporciona una serie de elementos que facilitan la obtención de datos cuantificables y comparables, lo cual resulta clave al momento de seleccionar la opción más adecuada (considerando la calidad, el uso racional y la contención de costos).

En este escenario, el paso obligado para mejorar la eficiencia de los laboratorios hospitalarios será la incorporación del laboratorio modular que consiste en la consolidación e integración de analizadores con sistemas informáticos y la automatización de los procesos pre y post-analíticos, y la instalación de sistemas informáticos en red. La ventaja de la incorporación de este tipo de tecnología es la reducción del costo total del laboratorio, del costo unitario, del tiempo de respuesta, de la cantidad de personal y de los errores. No obstante, una cuestión clave a resolver se relaciona con la organización de los recursos humanos, ya que las nuevas tecnologías tenderían prescindir parte de la mano de obra calificada.

Otro elemento fundamental a considerar es el control de la gestión, la cual debería realizarse con la utilización de indicadores en las áreas de producción, calidad, y económica-financiera, a fin de elaborar datos que permitan medir las actividades para evaluar la eficiencia.

A partir de la revisión bibliográfica, y del estudio aplicado en esta tesis, se concluye que la incorporación en el Laboratorio de Análisis Clínicos de Tecnologías más complejas, como ser un equipamiento modular, mejorara la estructura, la calidad y el rendimiento de los laboratorios en el Sector Público. Desde esta perspectiva, resulta relevante considerar que una política de cambio de tecnología de laboratorio en el Sector Público deberá decidirse en un marco que contemple la demanda en función de las reales necesidades de la población bajo cobertura.

Debido a que el mercado de la tecnología de laboratorio es imperfecto, el Estado debe intervenir para influir sobre la oferta, la demanda y los precios de comercialización mediante: la normatización sobre la utilización de nombre científico en la solicitud de reactivos y tecnologías; el control de la demanda y de la oferta a través de normatizaciones sobre la Incorporación de Nuevas Tecnología y Garantía de Calidad en los laboratorios instalados; regulación sobre la política de precios a través de controles sobre la oferta, liberación de importaciones, o compras centralizadas que mejoran el poder de negociación.

Bibliografía

- BADÍA J., ROVIRA J., 1194, *Evaluación Económica de Medicamentos*. Barcelona. España. Edición Luzán 5, S. A. de Ediciones por encargo DuPont Pharma.
- BIANCONI Z., *Cultura y tecnología. Un estudio en laboratorios de análisis clínicos hospitalarios*. Medicina y Sociedad. 1991.
- BISSELL M., STANLEY B., PETERSEN J.R., WOZNIAK A.A b, 1998, Economics, Cost Accounting, and Justification. Chapter 11. *Automated Integration of Clinical Laboratories. A reference*. USA. AACC.
- CABASES Juan M., *Evaluación Económica en el Ámbito de la Farmacia Hospitalaria*. Segundo seminario de Actualización en SEFH.
- DRUMMOND M., O'BRIEN O., STOODART E., TORRANCE G. 1997. *Methods the Economic Evaluation of the Health Care Programs*. Oxford U.P.
- GIMENEZ C. M. y Col. *Gestión y Costos. Beneficio creciente Mejora continua*. Ediciones Macchi. 2001.
- GINESTAR A. 1997. *Notas sobre proyectos de Inversión. Documento 1/97*. Organización de Estados Americanos. Centro de Interamericano de Tributación y Administración Financiera.
- HECHT R., MUSGROVE P., *Redefinición del Papel del Gobierno en el Sector Salud*. Cuadernos Isalud. 1999.
- HSIAO W., *Economía Anormal en Sector Salud*. Health Sector reform in Develop Countries.
- ITXASO I. M., ANTOÑANZAS F. 1991, *Evaluación Económica de Tecnología Sanitaria*. Navarra. España. Edición Asociación de Economía de la Salud.
- KIECKLE F.L., MAIN R.I., 1998, *Improving Efficiency in the Clinical laboratory*. USA. Edición AACC.
- MARKIN. R.S., WHALEN S.A., *Laboratory Automation: Trayectory, Technology and Tactics*. Clinical Chemistry 46:5 764-761. 2000
- MINISTERIO DE SALUD. República Argentina. *Aranceles Modulares para Hospitales Públicos de Gestión Descentralizada. Resolución Ministerial 855/00*. 2000.
- OPS. Evaluación de Tecnologías en Salud. Evaluación de la tecnología empleada en la atención de la Salud. *Revista Panamericana de Salud Pública Vol.2, N° 5, Noviembre 1997*.
- ROVIRA J., ANTOÑANZAS F., 1995, *Economics' Analysis of Heath Technologies and Programmes. A Spanish proposal for methodological standardization*.
- SAVOIA N., GUERREIRO R., DOMINGUEZ H., GONZALEZ R., KOSUBSKY L., PASSIUCCO M., PPLICANDET A. M., VENDOLA A. M., 1995, *Actualización de Factores de Conversión para Laboratorios Hospitalarios*. Ministerio de Salud de la Pcia. de Buenos Aires. República Argentina.
- SCHWEIGER A., *Farmacoeconomía. Las Diferentes Perspectivas*. Curso de Actualización 2001. Isalud.
- STANLEY B., TERPLITZ C., A Case Study of Lab and Hospital Organizational Impact, Chapter 11, 1998, *Automated Integration of Clinical Laboratories. A reference*. USA. AACC.
- US HEALTH DEPTH H.S. *Estimating Costs in Cost-effectiveness analysis. Chapter 6. Cost Effectiveness in Health Medicine*.
- WEATLEY M. *Leadership and the New Science*. Citado en, KIECHLE F. L. *Improving Efficiency in the Clinical Laboratory*. 1998. AACC.
- ZAKOWSKY J., POWEL D., 2002, *El futuro de la Automatización en el Laboratorio Clínico*. IVD Technology Magazine, año 2002. NotiWiener N° 120. (junio 2003)
- ZERDA. A, VELASQUEZ G., TOBAR F., VARGAS J. E., *Sistemas de Seguros y Acceso a los Medicamentos*. 2001. OPS. OMS. Ediciones Isalud.