INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE SISTEMAS PÚBLICOS
INGENIERÍA INDUSTRIAL | UNIVERSIDAD DE CHILE

Nº 14
DICIEMBRE 2017

SERIE SISTEMAS PÚBLICOS

Diseño de Servicios en Hospitales: Propuestas para incrementar su productividad

Óscar Barros[1]
Pablo González[2]
Erika Quiroz[3]

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE SISTEMAS PÚBLICOS
INGENIERÍA INDUSTRIAL | UNIVERSIDAD DE CHILE

fcfm
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Nº 14
DICIEMBRE 2017

SERIE SISTEMAS PÚBLICOS

Diseño de Servicios en Hospitales: Propuestas para incrementar su productividad

Óscar Barros[1]
Pablo González[2]
Erika Quiroz[3]

» Esta publicación es editada por el **Centro de Sistemas Públicos (CSP), Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.** Dirección: República 701, 3er piso, Santiago de Chile. Editores: Javier Fuenzalida (jafuenza@dii.uchile.cl) y Constanze Kerber (ckerber@dii.uchile.cl)

1 Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile y Académico Asociado del Centro de Sistemas Públicos (CSP). Ph.D. en Investigación de Operaciones, Universidad de Wisconsin.

2 Director Académico del Centro de Sistemas Públicos (CSP). Ph.D. en Economía, Universidad de Cambridge. Profesor Adjunto del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.

3 Investigadora Asociada del Centro de Sistemas Públicos (CSP). Magíster en Ingeniería de Negocios con Tecnologías de Información (MBE), Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN

En los estudios comparativos internacionales, Chile es reconocido por su eficiente gestión en salud (por ejemplo, OECD, 2015). Sin embargo, esto se debe principalmente al bajo nivel de gasto público en salud y la elevada cobertura alcanzada por el sistema público, más que a los altos resultados obtenidos. Es decir, la situación de salud es buena para el esfuerzo que actualmente el país hace en esta materia, pero los indicadores están en el rango bajo de los países de la OCDE. En este escenario de bajo gasto relativo, no es de extrañar que el énfasis se ponga en aumentar los recursos, lo que permitiría incrementar la capacidad. Este "déficit de capacidad" se manifestaría en incumplimiento de las garantías GES, largas listas de espera en atenciones no asociadas a GES o el colapso de la atención de urgencia durante el invierno, entre otros.

De hecho, el actual gobierno enfatizó el incremento del número de hospitales, los metros cuadrados y el número de camas. Este camino de incrementar capacidad instalada no es muy distinto al que han seguido administraciones anteriores y otros países, pero no se hace cargo de la evidencia que existe respecto a las ineficiencias prevalecientes en los sistemas de salud, que revisamos en la primera sección de este artículo. La escasa consciencia respecto a este problema puede relacionarse con la falta de conocimiento respecto a cómo se mejora la eficiencia. A esto se suma la "ideología" prevaleciente que asume que las organizaciones operan sobre una función de producción y que, por tanto, el único camino para aumentar producción es incrementar los insumos, por lo que lo único que habría que discutir es cuáles insumos serían más costo-efectivos. Además, predomina una visión miope que piensa que mejorar eficiencia es alternativo al aumento de recursos.

Contrariamente a lo anterior, este documento muestra que existe un enorme potencial para mejorar la eficiencia del sistema de salud chileno, lo que ilustraremos con el caso de los hospitales, pero que es extensible a todos los niveles, desde la coordinación y los sistemas de apoyo hasta los procesos que se llevan a cabo en la atención primaria. A continuación, este artículo discute sobre el potencial de mejora de productividad que existe en los hospitales chilenos. Luego, en una segunda sección, se define un marco de referencia para la mejora del diseño de estos y, finalmente, se propone un conjunto de iniciativas para llevar a la práctica tales diseños e incrementar la productividad. Esto se debe hacer en forma simultánea al incremento de gasto en salud, de tal modo de optimizar los recursos dedicados al sistema, para lograr así los mejores resultados de salud de la población.

Contrariamente a lo anterior, este documento muestra que existe un enorme potencial para mejorar la eficiencia del sistema de salud chileno, lo que ilustraremos con el caso de los hospitales, pero que es extensible a todos los niveles, desde la coordinación y los sistemas de apoyo hasta los procesos que se llevan a cabo en la atención primaria.

DIAGNÓSTICO Y OPORTUNIDADES

El objetivo central de esta sección es mostrar que existe un gran potencial de mejora en la eficiencia de los hospitales nacionales. Un propósito adicional es estimar el beneficio potencial de incrementar su productividad.

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

a) General

Examinamos propuestas que dan un marco de referencia al análisis de productividad de los hospitales nacionales. Porter y Teisberg (2007) definen la atención sanitaria basada en valores (Value-Based Health Care Delivery), es decir, el asunto central en la atención sanitaria es el valor para los pacientes y no su acceso, el volumen, la conveniencia o la contención de costos. Por ello, el autor define el valor como:

$$Valor = \frac{Resultados\ sanitarios}{Costos\ de\ prestar\ esos\ resultados}$$

Los resultados sanitarios son el conjunto de resultados en la salud del paciente sobre ciclo de atención prestada. Por su parte, los costos incluyen los gastos totales de la atención, según la condición del paciente y no sólo el costo de un solo proveedor o servicio.

Entonces, el desafío es cómo diseñar un sistema de salud que mejore drásticamente el valor para el paciente. Al hacer esto, se pueden manipular varias variables de diseño que suponen oportunidades de mejora, como las siguientes:

- Prevención
- Detección temprana
- Diagnóstico correcto
- Tratamiento adecuado para el paciente adecuado
- Tratamiento temprano y oportuno
- Tratamiento temprano de la cadena causal de la enfermedad
- Tiempo de ciclo rápido de diagnóstico y tratamiento
- Métodos de tratamiento menos invasivos
- Menos atención de enfermedades inducidas

Por otro lado, Christensen, Grossman y Hwang (2009) plantean que el desarrollo de los servicios de salud está orientado a entregar soluciones cada vez más complejas en las enfermedades que presentan mayores desafíos para la profesión médica. Esto supone costos importantes de formación profesional para tratar estas patologías. Sin embargo, dicho personal está sobrecalificado y su valor es muy alto para tratar al grueso de los pacientes, quienes tienen necesidades más básicas. La solución que propone Christensen et al. (2009) es ajustar las competencias de los profesionales de la salud a la dificultad de problemas médicos, para lo cual proponen una jerarquía que va desde los más simples hasta los más complejos:

(i) Los problemas médicos del nivel más bajo son los diagnósticos y tratamientos que pueden ser **basados en reglas,** como en el caso de las enfermedades infecciosas.

(ii) El nivel medio puede ser abordado con diagnósticos y tratamientos basados en el **reconocimiento de patrones,** como en la diabetes Tipo I, la cual puede ser detectada con un patrón de síntomas y se puede aplicar un tratamiento relativamente estandarizado.

(iii) Los trastornos más complejos tienen que ser diagnosticados y tratados con un **enfoque de resolución de problemas,** lo que requiere experiencia colectiva y juicio experto. Esto implica, además, la ejecución de ciclos de pruebas, hipótesis y experimentación.

La propuesta de Christensen et al. (2009) consiste en orientar las inversiones y esfuerzos a problemas médicos que se encuentran en los dos niveles superiores de jerarquía y abordarlos con un enfoque centrado en la simplificación.

A partir de lo que proponen los autores anteriores, se desprende que el énfasis de mejora de productividad debe estar en el **diseño explícito de las prácticas asociadas a la producción del servicio médico.**

b) Mejora de eficiencia

En la literatura abundan las investigaciones que muestran que los servicios de salud no son administrados eficien-

temente y que se podrían obtener grandes beneficios al mejorar este estado de cosas. Por ejemplo:

i. En un trabajo reciente de productividad de los gobiernos, McKinsey (2017) estudia la efectividad del gasto en salud, definida como Esperanza de Vida Sana (EVS) de la población; y la eficiencia, entendida como lo anterior contrastado con el Gasto en Salud Per cápita (GSP). Al respecto, establece diferencias notables entre países. Por ejemplo, Italia, Rusia, España y otros siete países de una muestra de 40 han disminuido su GSP y aumentado su EVS, entre los años 2009 y 2014. Además, hay diferencias notables en el gasto por año de EVS entre países con alta esperanza de vida, las que fluctúan entre 20 y 90 US$. Esto presenta una gran oportunidad para mejorar la eficiencia manteniendo la EVS, es decir, usar mejor los recursos para entregar la misma calidad de salud. Cabe destacar que también se puede incrementar la EVS controlando costos. Un caso destacado al respecto es Dinamarca, que entre 2009 y 2015 ha mejorado desde 69.6 a 71.4, manteniendo su GSP.

ii. Wharton School (2017a) compara los sistemas de salud de EE.UU. y Canadá, partiendo del supuesto que el segundo es mejor porque provee más salud con menos recursos. Mientras Canadá gasta 10.4% de su PGB en salud, EE.UU. destina el 17.8%. Sin embargo, aparentemente Canadá tampoco es perfecto, ya que en el estudio se dan antecedentes, entre ellos, que hasta un 30% de los exámenes y procedimientos son potencialmente innecesarios, concordando con las apreciaciones de Porter y Tiesberg (2007), y las de Christensen et al. (2009). Dicho de otro modo, aunque un país sea eficiente a primera vista, hay un margen de mejora.

iii. Existe una gran cantidad de trabajos de investigación en variados países del mundo que han medido formalmente la eficiencia de sus servicios de salud usando el método DEA (Data Envelopment Analysis). Esta técnica permite comparar la eficiencia de un grupo de hospitales, a partir de lo que produce y los recursos que utiliza cada uno de ellos (Ozcam, 2014). En general, tales estudios han sido exitosos en determinar la eficiencia relativa de los servicios comparados –hospitales, consultorios, agrupaciones regionales, grupos de profesionales y varios otros– y en hacer visible cómo mejorar a aquellas organizaciones ineficientes aprendiendo de las eficientes. Esto se ha perfeccionado con análisis complementarios que permiten establecer con gran precisión las variables sobre las que se podría actuar para mejorar a los ineficientes, tal como lo mostraremos más adelante para la experiencia nacional.

c) Mejoras asociadas a la prevención

En todos los países desarrollados se ha establecido el impacto de las enfermedades crónicas en el bienestar de la población y el costo de la salud. Por ejemplo, Rechel et al. (2009) establece que en Inglaterra el 80% de las consultas de la atención primaria corresponden a pacientes con enfermedades crónicas, mientras que un 66% de las admisiones por urgencias se dan para este mismo tipo de pacientes, siendo las patologías típicas la diabetes, el asma y la hipertensión. Este mismo estudio concluye que para este tipo de pacientes, la mejor estrategia es fomentar la "self production of health", por medio de prevención, para así evitar admisiones evitables. Otro estudio de la Health and Consumer Protection of the European Commission (Suhrcke et al., 2005) establece resultados a nivel mundial para diabetes, con costos proyectados de entre 213 y 396 mil millones de dólares, o bien entre 7% y 13% del presupuesto mundial de salud.

Como antecedente adicional se puede considerar el indicador Años de Vida Potenciales Perdidos (AVPP), que indica la pérdida que la sociedad sufre como consecuencia de la muerte de personas jóvenes o de fallecimientos prematuros. Se basa en el supuesto que cuando más prematura la muerte, mayor es la pérdida. En Chile, para el año 2012, la cantidad de AVPP perdidos era de 1.220.998 (MINSAL, 2015).

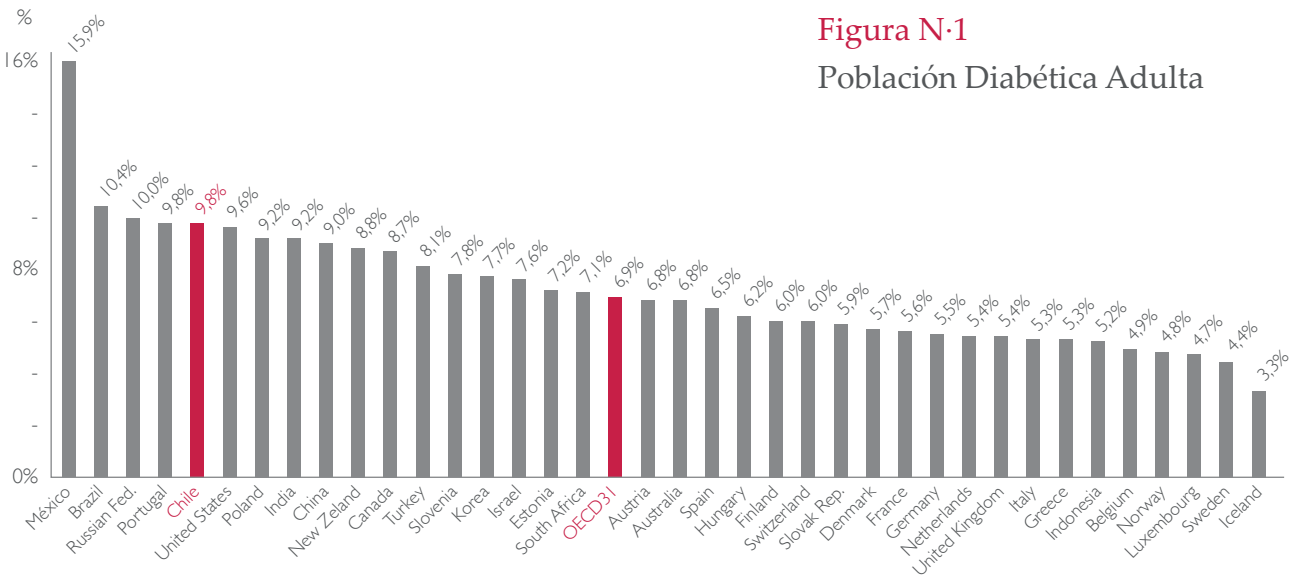
En Chile, las enfermedades crónicas tienen un alto impacto. Según la OECD (2017), en el año 2014 el 9,8% de la población adulta (entre 29 y 79 años) era diabética. Asimismo, en el mismo estudio se indica que el 25,1% de la población era obesa, siendo potenciales enfermos crónicos. Es más, para los países comparados en el estudio (Figura 1), Chile se ubica entre los cinco con mayor

prevalencia de diabetes y en el sexto puesto entre los de mayor obesidad.

Entonces, la oportunidad está en desarrollar soluciones que permitan prevenir las consecuencias de las enfermedades crónicas mencionadas en el párrafo anterior, como también lo proponen Porter y Tiesberg (2007). Así, los hospitales tendrían una reducción importante de los costos de tratamiento de pacientes crónicos debido a un menor uso de urgencia, a evitar tratamientos complejos, a un menor uso de camas por hospitalización y monitoreo domiciliario, y a una reducción de consultas médicas de control. En efecto, esto significa generación de capacidad disponible para tratar otro tipo de pacientes, existiendo más recursos variables asociados a una mayor producción. Esto también tiene efectos sobre pacientes en listas de espera, ya que permite tener capacidad para reducirlas y tratar pacientes con largas esperas, quienes corren el riesgo de agravarse o incluso de morir. Esto es especialmente importante para pacientes que esperan cirugías, aquellos ambulatorios que requieren especialistas y quienes solicitan servicios de urgencia.

De la misma forma, la oportunidad está en buscar opciones de tratamiento y tecnología que permitan disminuir el riesgo de discapacidad o muerte de los pacientes, y bajar los altos costos privados y sociales que estas enfermedades significan. Por lo tanto, la propuesta es tomar las enfermedades crónicas más importantes –particularmente la diabetes e hipertensión en adultos y enfermedades respiratorias en niños– y desarrollar soluciones preventivas basadas en las ideas que a continuación se exponen. El desafío está en desarrollar modelos predictivos a partir de la data existente en Chile para tales pacientes, diseñar las soluciones tecnológicas que permitan monitorearlos en sus condiciones locales y alimentar los modelos para generar recomendaciones de acciones preventivas. Esta propuesta ya ha sido probada en el Hospital Exequiel González Cortés, con el manejo de niños con problemas respiratorios en sus hogares, usando monitoreo en línea con apoyo de TI y modelos predictivos. Estos últimos permiten detectar automáticamente riesgo de crisis de los pacientes, caso que se resumirá más adelante.

Figura N·1
Población Diabética Adulta



Fuente: OECD.

ANTECEDENTES NACIONALES DE MEDICIÓN DE EFICIENCIA

Revisamos trabajos anteriores desarrollados en Chile que han calculado la eficiencia comparada de unidades de salud utilizando el método DEA, una técnica frecuentemente usada en el mundo para este propósito.

a) Medición de 54 hospitales con data 1999-2002

Castro (2007) utilizó como medida de actividad variables relacionadas con la producción, ya que no existía aún el cálculo de los GRD[4].

Hay diversas variantes de medición en DEA. Por ejemplo, se encuentran las relacionadas con supuestos económicos, en particular el análisis centrado en la eficiencia orientada a insumos o productos, dependiendo de si lo que el hospital puede manejar es la demanda o sólo los insumos (para una determinada producción). También destaca la estimación de eficiencia técnica o de escala, que depende de si la escala de operación es óptima y la eficiencia es únicamente afectada por el uso de los recursos. Castro (2007) elije calcular la eficiencia para todos los casos posibles.

Según los principales resultados del estudio, sólo un 16% de los hospitales operan eficientemente respecto de sus pares. Además, los niveles de eficiencia técnica del resto están en el rango de 30,3% a 94,3%, lo cual indica que los recursos destinados a salud se "desperdician" en porcentajes dentro de ese margen. A nivel de cifras agregadas es posible realizar comparaciones con los resultados de estudios más recientes que veremos a continuación.

b) Medición de 28 hospitales con data 2011

Santelices et al. (2013a y b) utilizó como medida de producción los egresos ponderados por los GRD correspondientes a 28 hospitales públicos, que representan el 45% de los totales para el período de mayo a octubre de 2011. Las variables de insumo son el gasto en personal de leyes médicas y del estatuto administrativo, el número de camas, y los gastos en bienes y servicios de consumo.

Los principales resultados indican que, con retornos constantes a escala, sólo un 21% de los hospitales operan eficientemente respecto de sus pares. Adicionalmente, la eficiencia promedio es de un 76,7%, lo cual implica que, si todos operaran en la frontera de eficiencia, podrían producir en promedio un 23,3% más con los mismos recursos. El hospital más ineficiente tiene un índice de 0,463, lo cual implica que podría producir un 53,7% más de egresos con los mismos recursos. Al considerar los retornos variables a escala, que consideran el efecto tamaño, el promedio de potencial de producción adicional baja a 20,2%.

Santelices et al. (2013b) analiza los determinantes de la eficiencia, vale decir, variables no consideradas en el cálculo DEA que explican que un hospital sea eficiente o ineficiente. Esto es lo que se llama análisis de segunda etapa en DEA. Las variables que se utilizan como posibles determinantes de la eficiencia son: estancia promedio de pacientes corregida por complejidad, proporción de costos indirectos sobre directos, productividad del personal clínico, medida como egresos por enfermera y matrona y horas por médico del establecimiento; puntaje BSC[5], proporción de PPV[6] en financiamiento y si el hospital es especializado o no. De estas variables, las más asociadas a la eficiencia[7] son:

4 Grupos Relacionados por el Diagnóstico: herramienta de gestión que clasifica a los pacientes dados de alta hospitalaria en grupos clínicamente semejantes y con consumo similar de recursos sanitarios, que se comenzó a aplicar el año 2011. Hoy en día, la implementación de estos indicadores es estándar en los hospitales nacionales: se mide objetivamente los recursos necesarios para cada tipo de egreso, considerando el procedimiento y la severidad de la enfermedad.
5 Balanced Score Card se refiere en este caso al Rendimiento en el "Instrumento de Evaluación de Establecimientos Autogestionados en Red" para el tercer corte (septiembre 2011).
6 Razón entre montos efectivamente transferidos por concepto de Programa de Prestaciones Valoradas (PPV) y Programa de Prestaciones Institucionales (PPI).
7 Debido a que se utiliza una regresión lineal Tobit para una muestra de corte transversal, en rigor no se estiman relaciones causales sino asociaciones estadísticas, por lo que más que "explicar" eficiencia por estas variables se puede afirmar que hay una correlación entre ellas y el índice de eficiencia.

• La estancia media corregida por complejidad, que se correlaciona negativamente. Vale decir, a mayor estancia menor eficiencia, lo cual implica que los hospitales que tienen mayor valor de esta variable usan más recursos que otros establecimientos eficientes, y ganarían si tomaran medidas para reducir la estancia.
• Los egresos por enfermera y matrona presentan una relación positiva, lo que implica que hospitales con un índice bajo podrían mejorar su eficiencia aumentando estos egresos.
• El puntaje BSC incide positivamente, reflejando que los hospitales con mayor puntaje son mejor gestionados y, por tanto, más eficientes.
• La condición de hospital especializado también tiene una asociación positiva, reflejando mejores resultados por concentración en una menor variedad de casos.

La importancia de este análisis, que será confirmada en la sección siguiente, es que permite identificar acciones concretas a realizar en los hospitales para aumentar su eficiencia. Además, estas acciones podrían incorporarse en los diseños que se propondrán más adelante.

c) Medición de 40 hospitales con data 2011-2012

Aguilera (2013) y Barros (2013) utilizaron como medida de producción los egresos ponderados por los GRD correspondientes para 40 hospitales en el período octubre de 2011 a septiembre 2012.

En el cálculo DEA utilizado se elige eficiencia orientada a insumos, asumiendo que un hospital no puede manejar la demanda, pero sí sus recursos. Se calcula tanto eficiencia de retornos constantes a escala como eficiencia de retornos variables a escala y, como consecuencia, la eficiencia a la escala. Se consideran retornos contantes a escala, ya que, a priori, se desconoce el nivel donde ocurren las (des)economías de escala (ver Aguilera 2013, p. 127). De todos modos, se consideran variables explicativas relacionadas con el tamaño del hospital. Se utilizan dos variantes de cálculo DEA: el mismo enfoque usado en los trabajos citados anteriormente y el modelo AP (Andersen & Petersen, 1993), el cual es una extensión a la formulación original de DEA y permite discriminar, de manera más efectiva, posibles errores de la data. En este modelo se relaja una condición cuando la unidad evaluada es la misma que la unidad comparada, dando la posibilidad de que haya valores de eficiencia de los DMU (*Decision Making Unit*) mayores a 1, lo que se denomina niveles de súper eficiencia.

Los principales resultados son que, con retornos constantes a escala, sólo seis de los hospitales operan eficientemente respecto de sus pares. Asimismo, la eficiencia promedio es de un 86,12%, es decir, si todos operaran en la frontera de eficiencia, podrían reducir en promedio un 13,88% de sus recursos manteniendo la misma producción. El hospital menos eficiente tiene un índice de 0,634, lo cual implica que, mejorando su gestión a los niveles de los más eficientes, podría ocupar un 36,6% menos de recursos para lograr los mismos resultados. Con AP, siete de los hospitales operan eficientemente, con un valor de eficiencia igual o mayor que 1,0 respecto de sus pares. Además, la eficiencia promedio es de un 0,913 respecto a un máximo para el hospital más eficiente, con un índice de 1,511. Por su parte, el hospital menos eficiente tiene un índice de 0,661 (ver Aguilera, 2013, p. 137). Nótese que AP discrimina mejor los niveles de eficiencia y separa los que en el DEA tradicional tendrían valor 1,0 en valores de súper eficiencia, que van de 1,0, para un hospital, a 1,511 para el más eficiente. Entonces tenemos un mejor punto de comparación para buscar medidas que mejoren la eficiencia.

Este trabajo también analiza los determinantes de la eficiencia basado en un análisis de correlación. Lo importante de este análisis es que permite identificar acciones concretas que podrían realizarse en los hospitales sobre tales determinantes para aumentar su eficiencia. La siguiente lista enumera los que resultaron significativos y que, de acuerdo a la experiencia de los autores y de varios médicos consultados, de acuerdo a la experiencia de los autores y de varios médicos consultados, aportarían a mejorar la eficiencia (Aguilera, 2013, p. 155):

• Factores sociales: educación a pacientes.
• Gestión de pacientes: hospital de día, capacitar al personal administrativo con criterios médicos para agendar pacientes, programación de pacientes ambulatorios y gestión de camas.

• Integración de la red: exámenes preventivos aleatorios en APS (Atención Primaria de Salud), manejo de interconsultas y contrarrefencias, telemedicina, capacitación de profesionales en CDT (Centro de Diagnóstico Terapéutico) y APS, y gestión de listas de espera.
• Características de la demanda: atender oportunamente las cirugías de vesícula, hernias, apéndices y várices, entre otras intervenciones.
• Complejidad de gestión de pacientes: priorización de pacientes.

Varias de estas acciones se incorporan en los diseños que se propondrán más adelante.

ESTIMACIONES DE VALOR POSIBLE DE GENERAR POR MEJORA DE PRODUCTIVIDAD

De los antecedentes entregados en este punto resumimos los potenciales más significativos de generación de valor:

• **Producción adicional por mejor uso de recursos.** De las mediciones de productividad se desprende que la mayor producción que podría generarse en los hospitales es, en promedio, entre un 10% y un 20% adicional. Esto, bajo el supuesto conservador que los hospitales mejor administrados no tienen potencial de mejoramiento. La generación de mayor capacidad de atención implica ahorros en ampliación de hospitales y, posiblemente, en la construcción de nuevos establecimientos.

• **Valor social asociado a prolongación de vidas.** Hay dos caminos para que una mayor eficiencia prolongue vidas. El primero proviene del punto anterior. La mejora en eficiencia podría centrarse en la reducción de las listas de espera, lo que redundaría en una atención más oportuna, con el consiguiente beneficio de reducir el riesgo de pacientes más graves y aportar más años de vida. El segundo se refiere a un potencial no incluido en los análisis de eficiencia reseñados, el cual corresponde a subir lo que el DEA llama la frontera de eficiencia. Esta está determinada por el estado del arte en los hospitales estudiados. Como veremos en la última sección de este artículo, el estado del arte puede mejorase con diseños de la producción del servicio de salud, mejorando aspectos médicos que previenen crisis, aceleran la sanación de pacientes y disminuyen sus riesgos, aumentando su esperanza de vida. Esto es particularmente relevante para los numerosos pacientes crónicos mencionados anteriormente.

Las cuatro metodologías económicas tradicionales para evaluar proyectos en salud son el análisis costo-consecuencias, costo-efectividad, costo-utilidad y costo-beneficio (Drummond, 2007). Las unidades en que se valorizan los beneficios difieren en cada uno de los métodos. En los dos primeros se utilizan típicamente años de vida ganados, días de discapacidad ahorrados, reducción de presión arterial, y, en el segundo caso, años de vida ajustados por discapacidad (DALYs, por su sigla en inglés). El análisis-costo utilidad utiliza años de vida sanos o años de vida ajustados por calidad. El análisis costo-beneficio típicamente emplea unidades monetarias de valor. Más recientemente se han comenzado a aplicar los enfoques de bienestar subjetivo y de capacidades (ver, por ejemplo, Greco, Lorgelly & Yamabhai, 2016).

En Chile, la metodología más utilizada, en general en todos los proyectos sociales, es la de costo-beneficio. La mayor eficiencia en la gestión permitiría liberar recursos para emplearlos en políticas y proyectos más costo-efectivos. No tiene sentido proponer cuáles serían esas políticas, que pueden variar desde un fortalecimiento del nivel primario a una mayor inversión en salud mental, pero, dada la metodología de costo-beneficio actualmente prevaleciente, se puede estimar un orden de magnitud del beneficio que se podría obtener con esta mejor gestión. Para esto se puede utilizar la tasa de descuento social de 6%, lo que reflejaría el costo de oportunidad de los recursos públicos.

Las cuatro metodologías económicas tradicionales para evaluar proyectos en salud son el análisis costo-consecuencias, costo-efectividad, costo-utilidad y costo-beneficio (Drummond, 2007).

En este caso, una aproximación partiría por considerar el plan de inversiones en salud 2014-2018, consistente en la reposición, normalización y construcción de nuevos hospitales, que tiene un costo estimado de US$4.000 millones. Esta es una cota mínima para el valor de la actual infraestructura hospitalaria o para el valor de la infraestructura una vez realizada la inversión (cuya gestión también se puede mejorar). La estimación conservadora de mejorar la eficiencia en un 20% puede asimilarse a utilizar mejor esta infraestructura, lo que originaría una holgura de US$800 millones (por una vez), sin incluir el valor de otros recursos. El beneficio anual que estos recursos generarían es de US$48 millones. Cabe destacar que no se está postulando que no se realicen las inversiones, sino que se puede estimar que los recursos liberados podrían generar beneficios adicionales de esa magnitud, sólo por concepto de infraestructura.

Otro orden de magnitud se puede obtener del total de presupuesto del nivel secundario y terciario de 2017 que ascendió $4.142 mil millones de pesos, es decir, algo más de US$6 mil millones. Un mejoramiento de 20% en la utilización de todos los recursos en este nivel podría generar holguras anuales de US$1.200 millones. Si bien el rango es amplio, ilustran el potencial beneficio para el país para emprender acciones de este tipo. El orden de magnitud del beneficio dependerá del número de hospitales que sean intervenidos utilizando esta metodología y las unidades a las que se aplique.

Es posible realizar estimaciones más precisas a partir de mediciones de resultados relevantes comparando situaciones antes y después de las intervenciones, idealmente utilizando como grupos de control hospitales que no sean intervenidos. Estas mediciones deberían abarcar años de vida ganados, días de discapacidad ahorrados, reducción de presión arterial, DALYs, bienestar subjetivo y capacidades.

La estimación conservadora de mejorar la eficiencia en un 20% puede asimilarse a utilizar mejor esta infraestructura, lo que originaría una holgura de US$800 millones (por una vez), sin incluir el valor de otros recursos. El beneficio anual que estos recursos generarían es de US$48 millones.

MARCO CONCEPTUAL PARA EL DISEÑO DE HOSPITALES

En esta sección revisamos varias disciplinas que aportan a la generación de ideas sobre cómo diseñar hospitales y la evaluación de alternativas de diseño.

MODULARIDAD

Este trabajo está orientado a los servicios donde existe producción y consumo paralelos, como es el caso de salud. En algunos casos, la idea de **coproducción** también está presente, en el sentido de que el usuario participa activamente en la producción del servicio. En este contexto, **modularidad** "es el grado en que los componentes de un sistema pueden ser separados y recombinados para crear una variedad de configuraciones sin perder funcionalidad" (Pekkaninen & Ulkuniemi, 2008; Dorbecker & Bohman, 2013). Por ejemplo, en servicios hospitalarios, generalmente el diseño consiste en tener módulos para atención de emergencia, servicios de atención ambulatoria y hospitalización de pacientes (Meyer, Jekowsky & Crane, 2007; Barros, 2013). Entonces, un determinado servicio físico es establecido dinámicamente –según necesidad– para un paciente, definiendo la secuencia de acciones (o flujo) que se realizarán sobre él por los diferentes módulos. Por ejemplo, un paciente ingresa por urgencia y es enviado, una vez estabilizado, a la atención hospitalaria cerrada, donde tendrá otros tratamientos hasta que se da de alta. Esto se complica aún más por el hecho de que hay otros módulos –camas, instalaciones quirúrgicas, exámenes y procedimientos, entre otros– que proporcionan servicios muy especializados, los cuales se activan según necesidad. Así, el flujo de un paciente puede volverse muy caótico y se requieren buenos protocolos para coordinar los distintos módulos involucrados, de manera que lo que necesita el paciente esté siempre a tiempo y con la calidad requerida. Resolver este problema es muy difícil y la mayoría de los hospitales no tienen un buen diseño para definir, gestionar y controlar el flujo. Como una forma de proporcionar estas capacidades, se ha desarrollado un enfoque denominado **gestión de casos** para hospitales, el cual se ha aplicado en una gran cantidad de establecimientos hospitalarios de EE.UU. (Meyer, Jekowsky & Crane, 2007). El diseño del servicio físico consiste en las prácticas médicas definidas para cada problema de salud. Mediante el enfoque de gestión de casos esto se realiza explícitamente utilizando ideas de modularidad. Por su parte, el diseño del proceso de producción tiene que ver con la gestión del flujo de pacientes por medio de buenas prácticas y sistemas de apoyo. Por ejemplo, la supervisión del estado de cada paciente para poder actuar oportunamente cuando sea necesario. En particular, esta inspección se centra en el tiempo del paciente, su espacio y también en las variables médicas pertinentes a su enfermedad.

En la mayoría de los hospitales este proceso está muy mal definido y ejecutado, pues se basa casi exclusivamente en la experiencia de los profesionales médicos. Por lo tanto, aquí hay una oportunidad para mejorar el diseño de sus procesos de producción, lo que ha sido gravemente ignorado en la práctica.

El uso de modularidad en el diseño de servicios permite:

- Definir módulos únicos que encapsulan prácticas avanzadas y se replican a lo largo de diferentes líneas de servicio.
- Personalización dinámica y facilitación del desarrollo de nuevos servicios, como se muestra en los casos mencionados de servicios de salud.
- Estandarización orientada a mejorar la eficiencia.
- En algunos casos, la centralización de servicios compartidos por varias líneas de servicio, generando economías de escala y alcance.

ECONOMÍA: GOBERNANZA Y COORDINACIÓN

Revisamos varios planteamientos económicos que entregan conceptos útiles para generar ideas y evaluar diseños alternativos. La teoría económica de las organizaciones, sin constituir un cuerpo unificado, entrega algunos conceptos interesantes para aplicar a la gestión de hospitales. La economía se ha preguntado por qué existe la empresa y cuáles son sus límites. Desde que Adam Smith reconoció las ventajas de la especialización, al observar los incrementos de productividad que permitía en los albores de la revolución industrial, existe conciencia sobre las economías de escala. Sin embargo, las empresas no crecen ilimitadamente para aprovechar más y más

economías de escala, sino que, por el contrario, alcanzan límites que en general (salvo los llamados monopolios naturales), no les permiten satisfacer toda la demanda del mercado. La posibilidad de llegar a un punto de economías constantes de escala no resuelve el problema de tamaño de la empresa, pues deja su producción (la cantidad de empresas) indeterminado.

a) Costos de coordinación

La primera razón que se dio para explicar el tamaño limitado de las empresas fue que, alcanzado un cierto nivel de producción, comenzaban los problemas de coordinación. En rigor, siempre existen costos de coordinación, por lo que es más razonable pensar en que, a partir de un cierto punto, estos costos comienzan a crecer más que proporcionalmente a los aumentos de producción. En ese sentido, el costo de coordinación es uno de los componentes de los costos de producción –junto con los materiales, mano de obra y varios otros– que puede incrementarse a medida que crece el tamaño de una empresa. Esto último ocurriría por (des)economías de escala, debido a la complejidad de manejo, inherente al gran tamaño de una organización.

Las relaciones pueden gestionarse con menor o mayor grado de coordinación. Sin embargo, la pregunta es cuál es el nivel de coordinación óptimo a elegir, o bien si actualmente tenemos un bajo nivel de coordinación, hasta qué nivel es conveniente incrementarlo. También, una pregunta relevante es cuándo dividir una organización en componentes más pequeñas e independientes para eliminar relaciones y evitar su coordinación, o más bien coordinar por medios más indirectos, como los precios.

La respuesta tiene que ver con los costos visibles y ocultos implícitos en dicho nivel de coordinación. Los costos evidentes son aquellos relativos a los medios que se usan para coordinar. Mientras más coordinación, más personal y más tiempo dedicados a esta labor, más procesamiento de información y más hardware, software y comunicaciones. Si este fuera el único costo, no se justificaría coordinar. Sin embargo, hay un costo que se visualiza poco en la práctica, que es el asociado a las consecuencias de no coordinar. El coordinar poco implica que los recursos de la organización se usan de una manera mucho menos que óptima. En particular, aparecen los llamados recursos de holgura (Barros, 2004; Gailbraith, 1977), los que se asignan implícita o explícitamente para absorber las consecuencias de la falta de coordinación.

Los recursos de holgura son de varios tipos, como los que apuntan a rebajar estándares. Así, por ejemplo, una organización se conforma con una calidad menos que perfecta, al no querer o no poder coordinar las actividades del servicio para eliminar las fallas. Otra modalidad, por su parte, acepta un uso de la capacidad instalada menor al 100%, o bien demora al usuario ante la imposibilidad de coordinar su demanda con capacidad y actividades de producción u operación. Dicha demanda es particularmente relevante en servicios para los cuales es difícil variar y adaptar la capacidad. Finalmente, una última admite productividades bajas –en relación a otras organizaciones comparables– ante la imposibilidad de coordinar los recursos humanos (y otros) para inducir alta productividad.

Entonces, la elección de un adecuado nivel de coordinación se convierte en un problema económico: hay que balancear el costo de coordinación con el costo de las consecuencias de no coordinar.

De la experiencia de las organizaciones líderes en uso de las TI, se puede observar que la coordinación se automatiza fundamentalmente por medio de reglas y planificación. Internet hace lo anterior posible, pues permite que la tecnología sea aplicada no sólo a la interacción con usuarios y proveedores, sino que también al manejo interno, como la producción del servicio y su gestión. Por cierto, simultáneamente a Internet, se puede utilizar una serie de Tecnologías de Información como ERP y Datawarehousing, entre otras (Barros, 1998), las que contribuyen a una mejor gestión interna. La tecnología permite ejercer una mayor coordinación a un costo relativamente bajo.

Existe otra opción para manejar los costos de coordinación que consiste en dividir una organización en unidades más pequeñas que funcionen en forma relativamente independiente. Evidentemente, esto simplifica la coordinación y reduce los costos asociados a producir

muchos servicios diferentes en las mismas instalaciones, pero puede incrementar recursos de holgura al hacer más difícil –por problemas de demanda– mantener la capacidad plenamente ocupada y la duplicación de recursos que podrían compartirse. Por ejemplo, en los hospitales se puede dividir la atención entre líneas de urgencia y ambulatoria, y la coordinación sería minimizada si cada línea tuviera todos los recursos –camas, pabellones, servicios de exámenes y otros– que necesita. No obstante, esto implicaría un uso parcial de tales recursos por variabilidad de demanda y, debido a esto, es habitual que tanto urgencia como ambulatorio compartan tales recursos para su mejor uso, lo cual crea un serio problema de coordinación que no ha sido bien resuelto en la mayoría de los hospitales públicos. Este problema, a su vez, origina uno de los desafíos más importantes dentro del diseño de la arquitectura de los servicios de una organización, y debe atacarse de manera explícita y no resolverse por prueba y error (como ocurre en la salud pública). En este diseño está presente el dilema de centralización versus descentralización. Así, las estructuras más descentralizadas simplifican la coordinación entre los diferentes servicios y disminuyen los costos asociados, pero, posiblemente, implican una suboptimización de los recursos por las duplicaciones necesarias. Este análisis, obviamente simplificado, no puede hacerse en forma irrestricta en un caso donde existe una estructura en funcionamiento, situación en la cual los cambios tienen limitaciones que los pueden hacer necesariamente marginales. En todo caso, los factores en juego son los mismos: centralización o descentralización, con las consecuencias económicas esbozadas y que se profundizarán más adelante con Teoría de Agencia. Sin embargo, hay casos en los cuales los cambios pueden ser más estructurales, particularmente cuando se está cambiando una característica fundamental del servicio, por ejemplo, la integración con los usuarios. Esto podría ocurrir con la implementación del monitoreo de pacientes de hospitales en sus casas o actividades diarias, para entregar servicios preventivos impulsados por la misma iniciativa de estos para disminuir el riesgo por crisis y los gastos del hospital para manejarlas. Este tipo de iniciativas será ejemplificado con casos concretos más adelante, las que han sido implementadas en el extranjero y en el país.

b) Costos de transacción

Una segunda razón para explicar los límites de tamaño de la empresa es la existencia de costos de transacción. Coase (1936) planteó que toda empresa debe decidir qué transacciones realizar internamente y cuales realizar en el mercado. Cuando una empresa decide comprar un bien en el mercado, en lugar de fabricarlo internamente, debe enfrentar dos tipos de costos de transacción:

- Costos de información y procesamiento: búsqueda de información de los precios y las características de los distintos bienes disponibles, y evaluación de las alternativas.
- Costos de llegar a acuerdos: costos de preparación de la negociación y de generación de acuerdos contractuales que aseguren la provisión de un bien con las características necesarias (atributos físicos, disponibilidad en tiempo y cantidad, entre otras).

Así, los costos de comprar en el mercado no sólo incluyen el precio de los bienes, sino que también estos costos de transacción. La alternativa es producir internamente el bien, con lo cual se ahorrarían los costos de transacción anteriores, pero aparecerían otros relacionados con la especificación de los procesos productivos, la selección de personal, la suscripción y manejo de los contratos laborales (por el cual el empresario da órdenes y los dueños de los factores las obedecen), el uso de la autoridad (establecida en el contrato), la supervisión y la coordinación de actividades. A estos deben añadirse los costos de transformación propiamente tales, es decir, los precios de los insumos y de los servicios de factores productivos que se utilizarán para la producción interna.

Según este enfoque, dependiendo del balance de estos costos, las empresas decidirán si comprar o producir internamente. Esto lleva a que las empresas se concentren en la producción de aquello que es estratégico y subcontraten o adquieran en el mercado el resto de las actividades como el aseo, la alimentación del personal, la recolección de residuos, el desarrollo de software, etc. En la actualidad, existen opciones de arquitectura de servicios que permitirían usar el mercado de una manera mucho más intensa que lo que se ha hecho hasta el momento. En salud se ha utilizado esta idea con los

servicios de externalización que contratan los hospitales y las concesiones de estos.

La tecnología reduce significativamente los costos de transacción, al facilitar la interacción entre oferentes y demandantes y, por lo tanto, estimula el uso del mercado y tiende a aplanar las jerarquías organizacionales, permitiendo la integración de servicios de varias organizaciones en una cadena de producción. Por ejemplo, la red de salud del país puede interpretarse de esta manera incluyendo consultorios, hospitales de diferentes niveles de complejidad, proveedores privados que actúan cuando falta capacidad en el sector público y proveedores de otros servicios.

Adicionalmente, Williamson (1985) introduce tres dimensiones que caracterizan una transacción: la necesidad de generar activos específicos a la transacción (que plantea el problema de "hold-up"), la incertidumbre que la afecta y la frecuencia con que ocurre. Cuando la transacción requiere la generación de activos específicos, la compra externa requiere la firma de contratos de largo plazo con salvaguardias, por lo que la opción de producción interna se vuelve más atractiva, especialmente si se requiere adaptar las características del bien producido frente a circunstancias cambiantes, lo que podría requerir costosas renegociaciones en el marco de una relación bilateral en donde ambos están expuestos a oportunismo. Hogdson (1998) añade que la producción interna aumenta su atractivo si esto expondrá a la empresa a oportunidades de aprendizaje, innovación y mejoramiento de la productividad, que difícilmente internalizará al comprarlo a un tercero. Esto es un argumento adicional para la integración vertical de empresas.

c) Costos de agencia

La decisión de producir internamente requiere enfrentar dos problemas de información sobre los trabajadores:

- ***"Selección adversa"***: al contratar no hay seguridad respecto a características no observables de los trabajadores que son relevantes para su productividad en la organización.

- ***"Riesgo de comportamiento"***: los trabajadores tienen sus propios intereses, que no necesariamente coinciden con los del gerente, por lo que, cuando éste da instrucciones, no necesariamente éstas serán cumplidas, especialmente cuando no hay perfecta observación sobre este comportamiento. Esto es lo que se ha denominado *"Problema principal-agente"*[8].

El problema principal-agente determina costos de transacción al interior de la empresa. Los costos de agencia surgen a raíz de las discrepancias entre los objetivos del principal y de los agentes. Por ejemplo, consideremos el Ministerio de Salud, donde el Ministro es el principal (representando al dueño, que es el Estado), que contrata médicos para proveer servicios de salud. La producción de tales servicios se incrementará a medida que los médicos realicen más esfuerzo. La pregunta es ¿cuál es el contrato óptimo que debe ofrecer el Ministerio de Salud? Supongamos, en primer lugar, un sueldo fijo. El supuesto de la teoría de agencia implica que los médicos evitarían esforzarse mucho y producirían la cantidad de servicios que un esfuerzo razonable les permitiera. Una alternativa es darles un incentivo asociado a su producción, que se correlaciona positivamente, aunque de manera imperfecta, con su esfuerzo. Entonces, el médico maximiza sus utilidades eligiendo el nivel de esfuerzo en el cual su costo marginal (por esfuerzo extra) iguala a su ingreso marginal producto del incentivo. Aún con este incentivo, el nivel de producción puede ser menor de lo que el principal desearía. La determinación del incentivo óptimo es un problema de difícil solución, pues mientras más alta es la fracción de pago variable más riesgo se traspasa al médico, lo que se debe compensar con un

8 También existe un problema principal-agente entre los dueños de la empresa y los gerentes, lo que ha llevado a desarrollar la idea de que es óptimo separar la toma de decisiones, por una parte, y la toma de riesgos, por la otra.

mayor ingreso esperado y, por tanto, eleva los costos para el principal. Al mismo tiempo, aparece el problema de determinar el o los indicadores sobre los cuales se establecerá el incentivo. La literatura ha llegado a la conclusión que estos indicadores no deberían ser manipulables por la empresa, puesto que esto dejaría expuesto al agente a oportunismo por parte del principal, que podría reducir sus costos alterando a la baja el indicador. Miller (2005) argumenta que el indicador debe ser medido por un externo confiable e idealmente debe ser verificable.

Como alternativa al incentivo económico, el principal puede contratar a otra persona para monitorear al médico y actuar para que éste cumpla un nivel deseado de esfuerzo o producción. En este caso, él debe balancear los **costos de monitoreo** con el incremento de producción, debido al mayor esfuerzo a raíz del monitoreo. Otra posibilidad es que el médico deba dar cuenta frecuentemente de sus actividades al principal y documentar todas sus diligencias de servicio, consumiendo tiempo y esfuerzo que podría dedicar a la producción. Esta pérdida de tiempo podría evitarse si no existiera un comportamiento de tendencia al esfuerzo mínimo. Por lo tanto, este es otro tipo de costo de agencia llamado **costo de alineamiento.**

Pero, a pesar del monitoreo y alineamiento, el principal incurrirá, de todas maneras, en una pérdida parcial de bienestar que llamaremos **pérdida residual,** que es la diferencia entre sus expectativas y lo que realmente obtiene.

En resumen, los costos de agencia son la suma de los costos de monitoreo, de alineamiento y pérdida residual.

La pregunta es, entonces, cómo manejar estos costos. En primer lugar, el monitoreo directo de actividades es una respuesta. Además, se pueden usar contratos más o menos eficientes para dirigir el comportamiento de los agentes. También la competencia y el riesgo de reorganización pueden empujar a los administradores a privilegiar los objetivos del principal –que son los de la organización– por sobre los propios. Por otro lado, instituciones externas, tales como las de auditoría y contraloría pueden ayudar a reducir los costos de agencia, por medio de su propio monitoreo. Por último, la cultura de la empresa y la naturaleza humana –que, posiblemente, no es tan contrapuesta con los objetivos de la empresa como lo supone la Teoría de Agencia, especialmente en el ámbito público– también pueden orientarse para reducir los costos de agencia. A pesar de los factores recientemente enunciados, que pueden mitigar los costos de agencia, estos existen y deben ser considerados al elegir las estructuras de coordinación interna y las arquitecturas de servicios que trataremos más adelante.

El análisis no está completo si no consideramos, también, cómo se afectan los costos de agencia y otros costos al descentralizar los derechos de decisión en una organización, que es la variable de diseño que se puede manejar dentro de este esquema. Por supuesto, si todos los derechos de decisión se ubican en la cúspide de la pirámide organizacional –en el principal–, al menos en teoría, los costos de agencia relacionados con las decisiones se anulan y, a medida que descentralizamos estos derechos, tales costos suben. Pero la centralización de los derechos de decisión origina otros costos, los cuales tienen que ver con la información necesaria para la toma de decisiones. En primer lugar, existen costos asociados a transmitir la información desde donde se genera hasta los niveles superiores, incluyendo comunicación, errores en la comunicación y costos de oportunidad producto de la demora en la comunicación, entre otros. Esto lleva a decisiones subóptimas por parte del principal. Por lo tanto, tenemos otro ítem de costos, que llamaremos costos de información en las decisiones, compuesto de **costos de procesamiento** propiamente tales y **costos de oportunidad,** debido a mala información. Es claro que

La pregunta es, entonces, cómo manejar estos costos. En primer lugar, el monitoreo directo de actividades es una respuesta. Además, se pueden usar contratos más o menos eficientes para dirigir el comportamiento de los agentes. También la competencia y el riesgo de reorganización pueden empujar a los administradores a privilegiar los objetivos del principal –que son los de la organización– por sobre los propios.

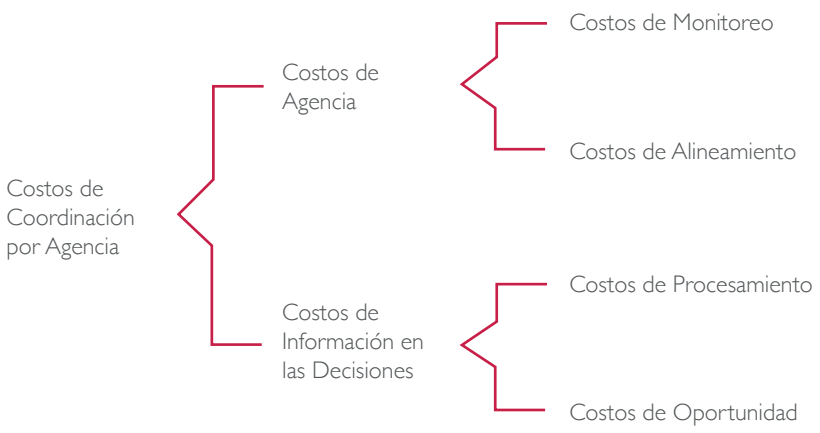
disminuiremos estos costos si descentralizamos los derechos de decisión dentro de la jerarquía organizacional, ya que, mientras más bajo es el nivel de decisión, más disponible está la información, contiene menos errores y es más oportuna.

Por lo tanto, nuevamente nos encontramos ante la necesidad de llegar a un balance entre los costos que se resumen en la Figura 2. Esto requiere localizar los derechos de decisión donde la suma de esos costos sea mínima.

Lo anterior señala que el dilema centralización-descentralización es falso y que habitualmente hay una solución intermedia, que es diferente dependiendo del caso. Por ejemplo, la planificación de inversiones en el MINSAL se maneja en forma centralizada, ya que sólo el nivel superior puede tener la información comparativa entre las diferentes oportunidades de inversión asociadas a diferentes agentes, y conocer las limitaciones presupuestarias como para elegir una cartera óptima de inversión, bajo restricciones presupuestarias. Esto, sin perjuicio de que puedan existir costos de información significativos asociados a tal centralización, los cuales son anulados por la disminución de la pérdida residual. Pero las decisiones operativas deben descentralizarse, ya que el nivel central incurriría en "Costos de Información en la Decisiones" demasiado altos si se centralizaran. Para hacer funcionar esta descentralización se realizan contratos entre el MINSAL y los hospitales, los cuales toman la forma de "convenios de desempeño" y que comprometen al hospital a cumplir con ciertas metas que tienen directa relación con las prioridades estratégicas.

Los costos de agencia son afectados por las TI, ya que la tendencia actual es hacia la descentralización de los derechos de decisión, con procesos altamente automatizados que internalizan las políticas y reglas que toman en cuenta los intereses del principal, como lo ilustraremos con varios diseños.

Figura N·2
Costos de coordinación por agencia



ARQUITECTURAS DE DISEÑO

Primero identificamos la arquitectura básica de componentes de producción y gestión que existen en cualquier organización (Barros, 2016), los cuales se muestran en la Figura 3. Estos son apoyados por el componente de "Mantención información estado y apoyo a gestión y producción", el cual se ha desagregado en dos: los "Sistemas legacy, ERP y otros", los que incluyen todos los apoyos tradicionales del tipo Sistemas de Información; y el "Apoyo Inteligente a Producción y Gestión", que incluye diversas variantes de analítica que explotan la información de los sistemas tradicionales para proveer desde alertas y recomendaciones hasta automatización de actividades de producción o gestión. Casos reales implementados de este tipo son:

• En la Urgencia de un hospital nacional, un monitoreo del flujo de cada paciente, con la información de los sistemas del hospital acerca del mismo, permite detectar situaciones de demora, falta de atención, falta de exámenes y muchas otras que se dan a conocer a los médicos y enfermeras para que ejecuten las acciones correspondientes. Este caso corresponde al Nivel I Básico de apoyo que se define en la Figura 3.

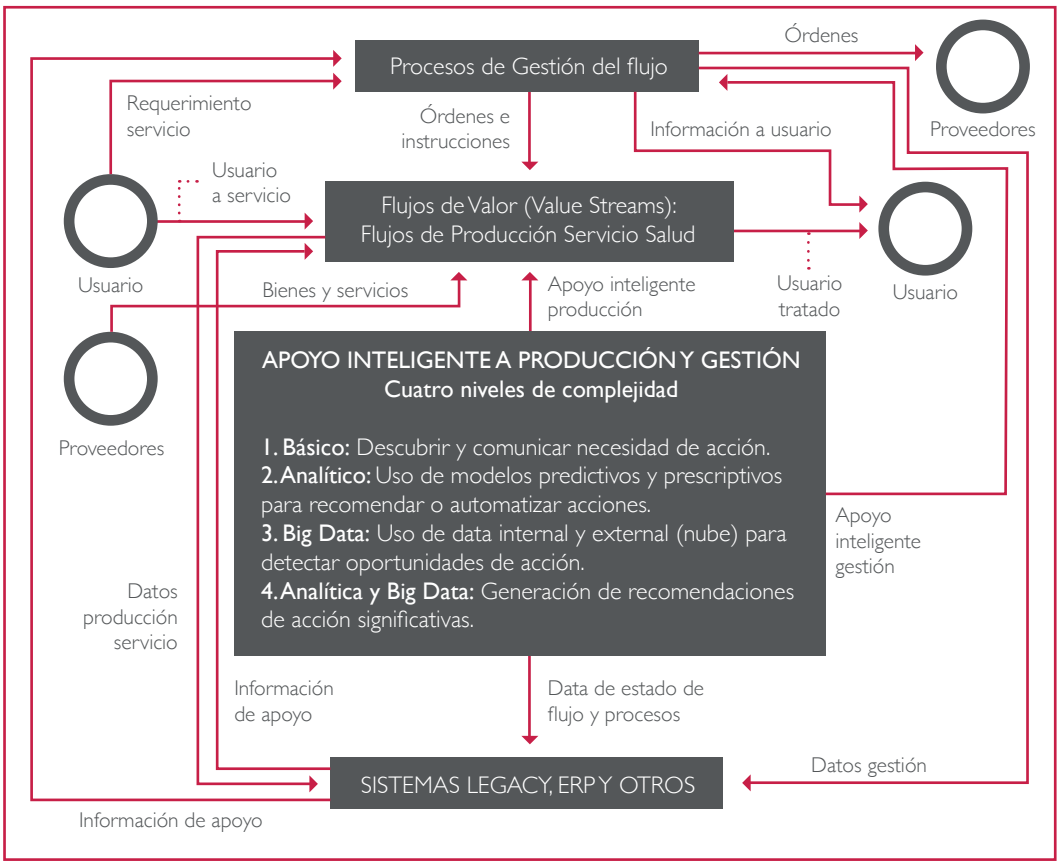
• En la Urgencia de un hospital nacional de niños se automatizó el triage por medio de un modelo predictivo que, en base a la información que se captura del paciente, recomienda la clasificación de gravedad del mismo. En otro hospital se desarrollaron modelos predictivos que anticipan congestión en Urgencia para efecto de recomendar acciones preventivas, tales como asignar más enfermeras o agregar camas. Estos casos corresponden al Nivel II Analítico de apoyo que se define en la Figura 3.

• En Asthmapolis (Barros, 2017), una organización da servicios a los pacientes asmáticos en EE.UU., condición que afectaba a unos 26 millones de personas en 2003. El costo anual del tratamiento fue estimado en US$ 50 mil millones para gastos médicos, además de un adicional US$ 6 mil millones en costos indirectos adicionales, resultantes de días de escuela perdidos y días sin trabajar. Este considerable gasto es, hasta cierto punto, culpa de los pacientes, ya que no siguen los procedimientos de tratamiento correctamente o no están en contacto regular con sus proveedores de atención médica; carecen entonces de retroalimentación sobre cómo va el tratamiento y bajo qué condiciones los ataques continúan ocurriendo. Se ha calculado que si pudiera controlarse mejor el tratamiento de los pacientes, un 80% de la hospitalización relacionada con el asma podría evitarse y que su tasa de mortalidad podría reducirse en un 20%. La tecnología que Asthmapolis ha desarrollado tiene varios objetivos. Uno de ellos es ayudar a los trabajadores de la salud a tratar a sus pacientes más eficazmente como resultado de su tratamiento con vigilancia continuada y recogida de datos precisos sobre las condiciones ambientales bajo las cuales los pacientes utilizan sus inhaladores. Aparte de ayudarlos a gestionar más eficientemente su propio tratamiento, el sistema Asthmapolis también resulta muy útil para el personal médico. Trabaja con un pequeño sensor que se adjunta al inhalador del paciente vinculado a una aplicación móvil para Android y una plataforma en línea. La geolocalización está integrada en la aplicación, por lo que los médicos tienen acceso a la información precisa y detallada sobre cómo sus pacientes están usando sus inhaladores. También pueden controlar cómo está funcionando el tratamiento. Los médicos reciben información sobre sus pacientes de manera continua y, por lo tanto, pueden trabajar más estrechamente con ellos. Por otra parte, los datos recogidos pueden indicar aquellas áreas donde el asma ataca más a menudo, permitiendo a los profesionales de la salud advertir a sus pacientes acerca de las zonas de peligro y enviarles notificaciones, sugerencias y consejos sobre las precauciones que deben tomar. Asthmapolis también ha entrado en una alianza con Qualcomm, por lo que aquellos pacientes que no posean un smartphone pueden ser alertados por llamada estándar, SMS o correo electrónico. Un estudio piloto ha demostrado que el 60% de quienes se embarcaron en el proyecto no seguían de cerca su condición de asmáticos. Después de tres meses, 50% de ellos fueron capaces de rastrear y controlar su condición de asma proactiva, mientras que el 70% de todos los participantes en el estudio intensificó su actividad de autocontrol general. Este es un caso modelo del Nivel III Big Data de apoyo que se define en la Figura 3.

• En un hospital infantil chileno que decidió enviar a pacientes crónicos con problemas respiratorios a sus hogares para liberar camas. Se desarrolló un proceso de seguimiento diseñado por el hospital, pero operado por familiares de los niños, por medio del cual se determinaban las necesidades de atención médica que ellos necesitaban. Para este caso, desarrollamos un nuevo diseño basado en el monitoreo en línea de variables médicas –tales como temperatura, frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria– y un modelo analítico predictivo del tipo Machine Learning, basado en datos de diagnóstico, para determinar cuándo el paciente está en crisis y las necesidades de atención médica. Todo esto es apoyado por Tecnologías de la Información, IoT y telecomunicaciones que hacen efectivo el proceso. El nuevo proceso se aplica ahora en el hospital (Barros, 2017). Este caso corresponde al nivel IV Analítica y Big Data propuesto en Barros (2017), ya que se genera gran cantidad de información por el monitoreo continuo en línea de cada niño.

Figura N·3

Arquitectura simple de un hospital



El modelo esbozado en la Figura 3 permite definir tres problemas de diseño:

i. Diseño del flujo de producción que, a su vez, requiere diseño del servicio médico que se provee y de la secuencia de actividades que permiten realizarlo. El primer diseño incluye, esencialmente, prácticas médicas –evaluación, exámenes, diagnóstico, reevaluación, procedimientos y alta– y el segundo, lo que se denominó gestión de casos. Esto último implica determinar, paso a paso, dependiendo de los resultados, la secuencia de acciones a realizar sobre el paciente. Lo complejo de este diseño es que, en la mayoría de los casos, no puede explicitarse completamente para cada tipo de situación médica que se enfrente y se debe generar sobre la marcha, según cada caso particular. Sin embargo, es posible ordenar las acciones, tanto en la ruta que siguen como en los lugares en que se realizan, para diferentes grupos de pacientes e intentar que haya una especie de línea de producción. Esto lo hemos conseguido en un caso real de diseño de la producción de la Urgencia de un gran hospital público, donde la situación previa era caótica, ya que todos los usuarios compartían las mismas instalaciones y los mismos médicos, sin seguimiento alguno de la situación de cada uno de ellos. La situación diseñada es que hay líneas de producción segregadas para los casos más graves, C2 y C3, los cuales también ocupan la mayor cantidad de recursos; este caso lo desarrollaremos en la última sección de este documento, relativa a las propuestas de mejora. Otro caso de diseño de flujo es el ya resumido de tratamiento de niños con enfermedades respiratorias crónicas en sus casas con monitoreo computacional, donde la diferencia es que se diseña un flujo nuevo fundado en tecnología estado del arte, con apoyo de Analítica tipo Machine Learning. Evidentemente los dos casos anteriores significan mayor producción con los mismos recursos y menor riesgo de crisis de atención por falta de recursos y, también, menor riesgo para el paciente. Este diseño de flujo está presente en la literatura médico-profesional y las soluciones propuestas, en forma independiente a la nuestra, van en la misma línea (Institute for Health Care Improvement, 2003; Knudsen, 2017 y Urgent Matters, 2016a; 2016b). Nuestro planteamiento es que en los hospitales públicos nacionales no se han hecho tales diseños y que los flujos de producción que existen son fruto de la buena voluntad e intención de los médicos y otros profesionales, y de una evolución por prueba y error. Por lo tanto, antes que nada, hay que analizar la situación de tales flujos y someterlos al diseño óptimo propuesto, tomando en cuenta todo el marco de referencia que hemos estado desarrollando.

ii. Diseño de los procesos de gestión que manejan los recursos asociados a la producción, que incluyen todo lo que la producción necesita para poder operar: médicos, enfermeras, servicio de exámenes, camas, pabellones de cirugía y muchos otros. Dependiendo de los niveles esperados de demanda, deben asignarse los recursos anteriores a los diferentes pasos dentro del flujo de producción. Una manera que permite buenos diseños para hacer tal asignación es utilizar apoyo de Analítica tipo II, en la cual se desarrollan modelos predictivos de demanda y modelos optimizadores o de simulación para la asignación de recursos. Hemos realizado varios casos en que se ha mostrado este enfoque en recurso médico e infraestructura en Urgencia, pabellones de cirugía entre diferentes especialidades, capacidad de atención ambulatoria y camas en hospitalización (Barros 2017). También existe un diseño asociado a la programación de los recursos asignados en el punto anterior; por ejemplo, programación de pacientes en cirugía y ambulatorio, agenda de médicos de atención ambulatoria, agenda de pabellones, instalaciones complejas de imagenología, médicos especialistas y varios otros. Por otro lado, también hemos desarrollado casos relacionados con la programación de pacientes en cirugía y ambulatorio, partiendo de listas de espera priorizadas por factores médicos, programación de agenda médica en ambulatorio y programación de uso de camas y pabellones. Es evidente que este diseño depende de la configuración de los flujos productivos, por lo que uno debiera diseñar primero tales flujos, si es necesario y factible, y para los diseños resultantes, diseñar los procesos de gestión de recursos.

iii. Diseño de sistemas de información, que pueden contener los siguientes elementos:

- **Sistemas del tipo "legacy" hechos a la medida del hospital, por personal del hospital** o servicios externos, los cuales, típicamente, han sido construidos por agregación de funcionalidades, usando tecnología antigua de desarrollo de software. Son, en general, obsoletos y la tendencia es que sean reemplazados por tecnología más moderna, que a continuación se enumera.

- **Sistemas del tipo ERP,** los cuales son software estándar preconstruidos que pueden configurarse para un hospital en particular. Los más populares de este tipo para hospitales son lo que permiten llevar una ficha electrónica de los pacientes, con una serie de complementos que posibilitan generar informes a partir de los datos. Pueden instalarse en los computadores de los hospitales o residir en instalaciones del proveedor en la nube. Hay una serie de otros sistemas de este tipo para los hospitales que permiten apoyar el manejo de las cuentas de los usuarios, insumos, proveedores, remuneraciones del personal y muchos otros.

- **Sistemas que generan y capturan datos de sistemas fuera del hospital,** como sería el ejemplo que dimos de pacientes asmáticos o niños con problemas respiratorios; también la captura de datos de pacientes diabéticos que realizan algunas empresas y que se ofrecen a hospitales con fines de prevención; datos de sistemas de consultorios que se hicieran disponibles para los hospitales, a fin de conocer anticipadamente características de la demanda que enfrentarán por interconsulta y muchos otros que se pueden imaginar, como uso de sensores asociados a pacientes crónicos que midieran signos vitales y los transmitieran a través de la red.

Lo anterior constituye una progresión en el perfeccionamiento de los sistemas de los hospitales que se está dando en el mundo y que debe ser consecuencia del avance que se dé en el diseño de los flujos médicos y de gestión. El enfoque erróneo, que todos los hospitales públicos y privados han seguido en Chile, es desarrollar o comprar primero software de sistemas, pensando que la mera implementación de estos producirá la mejora en los flujos médicos y la gestión. Esto no ha ocurrido así, como lo muestra la evidencia empírica del resultado precario de importantes inversiones en tales softwares en el país. Lo correcto entonces es diseñar primero el servicio médico y su gestión, y como consecuencia determinar los sistemas que se requieren.

iv. Diseño de apoyo inteligente, el cual es un complemento al diseño de flujos y de gestión y va de la mano con éste. En efecto, cuando se diseñan tales flujos y la gestión aparece la necesidad de contar con apoyos que faciliten las tareas que se requieren. Por ejemplo, el nuevo flujo diseñado para tratamientos de niños con problemas respiratorios en sus hogares requiere, además, de la captura de datos en el mismo hogar con sistemas apropiados del punto anterior, un procesamiento inteligente de los datos capturados con un modelo predictivo. Esto, para establecer la posibilidad de crisis de los pacientes y advertir al médico cuando esto ocurra. Es evidente que algo parecido podría hacerse con data de pacientes diabéticos obtenida en consultorios o en línea con la medición directa sobre el paciente, capturada por Internet o IoT, permitiendo predicción de crisis de pacientes y acción preventiva. El otro caso relevante son las

El enfoque erróneo, que todos los hospitales públicos y privados han seguido en Chile, es desarrollar o comprar primero software de sistemas, pensando que la mera implementación de estos producirá la mejora en los flujos médicos y la gestión. Esto no ha ocurrido así, como lo muestra la evidencia empírica del resultado precario de importantes inversiones en tales softwares en el país. Lo correcto entonces es diseñar primero el servicio médico y su gestión, y como consecuencia determinar los sistemas que se requieren.

urgencias, donde hemos mostrado que, a partir de datos de sistemas existentes de fichas electrónicas, se puede dar apoyo inteligente valioso a los médicos y enfermeras para prevenir riesgo de pacientes, por ejemplo, alertando cuando hay demoras excesivas o cuando un enfermo de alto riesgo tiene un examen requerido ya disponible, y prediciendo cuándo se va a generar congestión en alguna zona. En cuanto a gestión en programación de pabellones hemos demostrado que se puede generar automáticamente, con lógica inteligente, tablas quirúrgicas para los pabellones que respetan prioridades basadas en variables médicas y maximizan la cantidad de intervenciones con mejoras del orden de un 20% de mayor ocupación (Barros, 2017).

Estos tipos de diseño son los que consideraremos en la siguiente sección para proponer soluciones concretas para hospitales nacionales. Enfatizamos nuevamente el orden que nuestro enfoque determina:

1. Primero propondremos diseños que contienen mejoras estructurales para los flujos de producción de hospitales que son los que harán las diferencias más significativas en término de eficiencia; dado que ningún hospital nacional ha hecho tales diseños, excepto una exitosa experiencia del diseño de los flujos de urgencia en uno de los hospitales públicos más grandes de Santiago. Esto implica que estamos empujando la frontera de eficiencia definida en la primera sección, generando mejoras más allá de las determinadas por medio de DEA. Priorizaremos dos líneas de producción:

- Urgencia-Hospitalización-Cirugía.
- Ambulatorio-Hospitalización-Cirugía.

2. Para los diseños de flujo también determinaremos los procesos de gestión más importantes que requieren ser operados eficientemente. Aquí el análisis DEA provee guías en cuanto a las variables que deben priorizarse en su manejo con mejor gestión. Por ejemplo, todo lo que facilite y optimice la programación de las actividades de los flujos ayuda a mejorar la eficiencia, según uno de los análisis DEA de la primera sección. Así, cuando presentamos el diseño de gestión, mostramos situaciones y casos en que se han generado mejoras debido a una mejor programación, utilizando modelos matemáticos y algoritmos.

3. A partir de los diseños anteriores, determinaremos los apoyos inteligentes que requieren tales flujos y propondremos modelos y algoritmos, basados en Analítica, que proveen tales apoyos. También se establecerán los apoyos inteligentes que requiere la gestión, también en la forma de modelos y algoritmos de apoyo.

4. A continuación, especificaremos los requerimientos para los sistemas de información, los cuales deben capturar y proveer toda la información necesaria para ejecutar los flujos, proveer apoyo inteligente y hacer posible la gestión diseñada.

5. Por último, se definirá el software necesario que se integra y superpone sobre los sistemas de información según la Figura 3, el cual ejecuta los modelos y algoritmos de apoyo a la operación de los flujos y a la gestión.

PROPUESTAS DE MEJORA

El objetivo es producir un prediseño de una solución para hospitales, basado en el marco conceptual presentado en este documento y tendiente a generar los beneficios señalados en la sección inicial del mismo. Se busca el **diseño de soluciones generales** para un conjunto de hospitales nacionales seleccionados por impacto, de los cuales deben tenerse antecedentes de su funcionamiento. Sería, además, muy útil contar con acceso para conversar con médicos que trabajen en los flujos de producción del servicio médico de tales hospitales e, idealmente, cocrear con el personal de salud las soluciones (Habermas, 1987; Bason, 2010). El diseño incluye lo siguiente:

1. Diseño de flujos clave de producción del servicio médico

Los flujos seleccionados son:

- Urgencia-Hospitalización-Cirugía.
- Ambulatorio-Hospitalización-Cirugía.

Para cada uno de estos flujos seguiremos la metodología y secuencia propuesta en este artículo. En particular, para cada tipo de diseño bosquejaremos soluciones que se fundamentan en nuestra experiencia y la experiencia internacional más relevante, y que son justificadas por el análisis económico de la sección de antecedentes descrita[9].

El diseño incluye mejoras estructurales a los flujos de producción de hospitales, como sigue:

- Secuencia de actividades médicas del flujo y diseño configuración física en la cual se desenvuelve el flujo.
- Protocolos médicos para patologías más consumidoras de recursos, con el objetivo de refinar diagnósticos y evitar reevaluaciones, el exceso de exámenes y procedimientos y las largas estadías (Porter & Teisberg, 2007; Christensen et al., 2009). Esto incluye la posibilidad de usar técnicas analíticas estado del arte, tal como Machine Learning, para proveer apoyo inteligente a los médicos en su trabajo.

Ilustramos tales ideas con el diseño de los flujos de casos que hemos desarrollado en el país, los cuales también se justifican con casos desarrollados en el extranjero.

Así, para la urgencia de un gran hospital de Santiago, resumido anteriormente, hicimos un diseño como el propuesto y lo implementamos. A continuación lo sintetizamos (ver Barros & Quiroz, 2017).

Analizando la data de producción y desempeño de la urgencia del hospital concluimos que los pacientes clasificados por el triage como C2 (emergencia evidente o urgencia/alta complejidad) y C3 (urgencia/condición de mediana complejidad) representan más del 90% de la utilización de recursos. Por lo tanto, el diseño se concentra en estos pacientes, dado que, además, son prioritarios por gravedad. Para ordenar su flujo, que estaba mezclado y confundido con el resto de los pacientes, se definieron líneas de producción segregadas para los C2 y C3. Para que tales líneas fueran lógicas y ordenadas, se remodeló el espacio físico con un proyecto de arquitectura. Esto significa un flujo muy bien definido en el cual los usuarios van pasando por lugares, identificados por señalética, donde se realizan acciones médicas bien especificadas y regidas, en algunos casos, por protocolos médicos y donde pasan al siguiente paso bajo criterios bien establecidos. Esto produce un orden en el cual están identificados y, por lo tanto, su situación es conocida en todo momento. Esto tiene un enorme impacto sobre su ordenamiento físico, la eliminación de demoras debido a "pérdida" de pacientes, la garantía de que los casos más graves están perfectamente identificados y no corran riesgo de atención tardía, un mejor y más efectivo uso del tiempo de médicos y enfermeras, y una mayor coor-

9 Muchas de los diseños son coincidentes con una propuesta desarrollada en forma independiente en la Universidad de Pennsylvania. Ver Knowledge@Wharton (2017b).

dinación con servicios de exámenes. Además, la teoría y práctica internacional justifican tal diseño, ya que, al concentrar un grupo de profesionales en un grupo menos variado de situaciones, se favorece la especialización, se facilita la coordinación y se aumenta la productividad. De esta forma, un hospital tan importante como el de la U. de Stanford decidió implementar líneas segregadas como un medio para acelerar el flujo e incrementar productividad (Urgent Matters, 2017a).

Los nuevos flujos se implementaron en junio y julio de 2017. Comparando tiempos de espera de pacientes en mayo y junio con julio, se observa una disminución de alrededor de 30% siendo las condiciones todavía adversas, ya que aún no se habían terminado las construcciones y se estaba en temporada alta. Pero, lo más importante, es que los profesionales de urgencia quienes estaban reticentes al comienzo de la implementación, se convencieron rápidamente que el flujo era mucho más ordenado y les ayudaba en su trabajo.

Los nuevos flujos se implementaron en junio y julio de 2017. Comparando tiempos de espera de pacientes en mayo y junio con julio, se observa una disminución de alrededor de 30%.

Complementariamente al diseño del flujo se desarrollaron protocolos médicos para patologías más frecuentes, en este caso Cardiología y Neurología, que establecen variables médicas a medir y qué exámenes y acciones ejecutar según sus valores. El protocolo de Cardiología está implementado exitosamente.

Además, se mejoraron servicios de apoyo al flujo, como exámenes para reducir tiempos de servicio y no demorar el flujo.

Actualmente estamos trabajando en un análisis más fino de los tiempos ocupados en diferentes actividades del flujo por los profesionales involucrados, para establecer si hay un uso eficiente de los recursos y oportunidades de mejor uso.

El otro ejemplo que ilustra esta propuesta es estructural, en el sentido que es un nuevo flujo de producción. Este es el caso del hospital de niños que empezó a tratar pacientes con problemas respiratorios en sus hogares. En tal caso, el desafío es diseñar el flujo completo, desde la instalación de los niños en sus hogares, definición de instrumentos para capturar variables que midan el estado del paciente, procesamiento de las señales para enviarlas a un computador central, diagnóstico automático de posible crisis usando un modelo predictivo, producción de alertas a los médicos tratantes y cierre del ciclo con la intervención de profesionales médicos para controlar la crisis. Esto es muy similar al caso de Asthmapolis, resumido en la segunda sección de este documento, y corresponde a la idea de flujos de servicios preventivos, que puede ser relevante en la renovación de otros servicios del hospital.

También en la línea de flujos innovadores de prevención existe la oportunidad, que ha sido explotada en otros países (Urgent Matters, 2016a), de hacer Analítica sobre los datos de los ingresos de pacientes a urgencia para detectar los casos frecuentes y su comportamiento. De allí se pueden establecer acciones preventivas sobre tales usuarios, que probablemente son crónicos, para disminuir sus visitas al hospital y el uso de sus recursos. En un hospital de EE.UU. se logró esta disminución, la cual representaba un 5% de los recursos de la urgencia (Urgent Matters, 2016b). Un hospital conocido con este problema en Chile es el Barros Luco, el cual ha tenido una parte importante de sus camas utilizadas por pacientes crónicos.

En la línea de flujos innovadores de prevención existe la oportunidad, que ha sido explotada en otros países (Urgent Matters, 2016a), de hacer Analítica sobre los datos de los ingresos de pacientes a urgencia para detectar los casos frecuentes y su comportamiento. De allí se pueden establecer acciones preventivas sobre tales usuarios, que probablemente son crónicos, para disminuir sus visitas al hospital y el uso de sus recursos.

Ahora nos planteamos cómo se extiende el diseño de flujo propuesto a ambulatorio, hospitalización, cirugía y otros.

Lo primero es que los flujos de urgencia generan demanda y dependen de hospitalización y cirugía. Por lo tanto, la continuidad del flujo está limitada porque estos acepten los pacientes de urgencia. Esto requiere protocolos que definan en forma precisa las prioridades de los casos de urgencia, para evitar soluciones parche, como la que existe en el hospital en que hemos trabajado, de tener hospitalización propia de urgencia. La solución definitiva es gestión de capacidad que será tratada más adelante.

Para el flujo ambulatorio-hospitalización-cirugía la generalización es como sigue.

De acuerdo a trabajos que hemos realizado en varios hospitales (Barros, 2017), el problema clave en este flujo es la falta de priorización de las listas de espera de acuerdo a criterios médicos. Hemos mostrado, con casos implementados, que tal priorización es factible y que, si bien no elimina el problema de las listas de espera, ayuda a asignar recursos escasos de especialistas, pabellones y camas de manera racional tendiente a minimizar el riesgo de los pacientes. Pero la solución definitiva es medir en forma fina la productividad de los recursos médicos y encontrar oportunidades de producir mucho más con los mismos recursos. Esto se vislumbra en los Análisis DEA resumidos en la sección de antecedentes de este artículo, pero ellos no tienen suficiente resolución como para establecer acciones que aumenten productividad. Una posible solución es aplicar DEA a unidades más pequeñas que hospitales –ambulatorio, pabellones, camas– y encontrar las variables a manipular para producir tal aumento. La Comisión Nacional de Productividad está intentando hacer esto para pabellones, aún sin resultados. Lo que se persigue con tales análisis es encontrar dónde actuar en el flujo para mejorar la producción. Por ejemplo, si el factor clave en ambulatorio es la baja productividad de los médicos, posiblemente explicada por inexperiencia o falta de especialización, se pueden desarrollar apoyos de Analítica, como ayudas en el diagnóstico, para que estos aceleren su trabajo. Es claro que esto

De acuerdo a trabajos que hemos realizado en varios hospitales (Barros, 2017), el problema clave en este flujo es la falta de priorización de las listas de espera de acuerdo a criterios médicos. Hemos mostrado, con casos implementados, que tal priorización es factible y que, si bien no elimina el problema de las listas de espera, ayuda a asignar recursos escasos de especialistas, pabellones y camas de manera racional tendiente a minimizar el riesgo de los pacientes.

tiene un potencial más relevante en pacientes crónicos, donde se podría utilizar también mecanismos preventivos para que estos usuarios no sufran descompensaciones que los lleven a requerir atención de urgencia. En pabellones hay bastante experiencia en el análisis del flujo y los factores clave establecidos (Barros, 2017). Entre ellos: evitar postergaciones por problemas del paciente anticipando situaciones, tener una tabla definida con antelación y que use todos los tiempos disponibles, y tener los recursos humanos, los equipos y materiales necesarios para ejecutar la tabla. Algunos de estos problemas son de gestión de recursos y los veremos más adelante. En camas también hay experiencia y los resultados son que los problemas principales tienen que ver con la rapidez y certeza de diagnósticos y tratamientos, existiendo un potencial de desarrollo de protocolos que no existen, así como apoyo inteligente al diagnóstico y tratamiento. Pero, al igual que en pabellones, los mayores problemas son de gestión de recursos que también veremos más adelante.

Todo lo dicho acerca de diseño de los flujos de producción de servicios médicos va más allá del potencial de mejora de eficiencia de los estudios reseñados en la sección de antecedentes de este estudio, ya que ninguno de los hospitales para los cuales se midió eficiencia funciona con diseños de este tipo. Dado que el método DEA es comparativo, las mejoras propuestas en este punto apuntarían a empujar o mejorar la frontera de eficiencia en la terminología DEA, como se mencionó anteriormente.

2. Diseño de procesos de apoyo a los flujos y su gestión

Estos procesos son los que se requieren para que los flujos puedan ser operados eficientemente. En orden de generalidad, los tipos de diseño son:

i. Gestión de capacidad y recursos urgencia, camas y cirugía. Aquí se requiere medir y pronosticar demanda, para lo cual se usan modelos predictivos. Tenemos experiencia extensiva en modelos de demanda para urgencia y pabellones (Barros, 2017), la cual sería fácil replicar para el sistema ambulatorio. Con demanda conocida se puede evaluar la capacidad de un recurso para satisfacerla. Por ejemplo, si en urgencia, una vez optimizado el flujo del servicio médico, la cantidad de recursos es suficiente para atender la demanda o sus variaciones. Esto se puede hacer sobre base anual para adaptar la capacidad a las variaciones estacionales, para lo cual se requiere un modelo de simulación, lo cual está probado tanto para urgencia como pabellones. También se puede hacer un análisis de corto plazo, por ejemplo, la siguiente semana en urgencia, para manejar las variaciones de corto plazo de la demanda. Esto lo hicimos para una urgencia altamente congestionada, con el objetivo de predecir con éxito eventos de congestión extrema con algunas horas de anticipación (aquí también se usó un modelo de simulación). Sin embargo, en el corto plazo, en situaciones menos dinámicas, se pueden utilizar métodos más simples, como lo estamos empezando a hacer en el hospital en que diseñamos nuevos flujos. Para los nuevos flujos, que son más simples, podemos proyectar demanda de corto plazo y examinar la cantidad de médicos que debería haber en cada turno. Para ello se requiere productividad por médico y por equipo por turno, la cual hemos estado calculando y encontramos que tiene mucha variabilidad. Una variante de este problema de gestión de recursos es la asignación de camas y pabellones a diferentes flujos de producción, la cual también hemos analizado y resuelto con modelos de pronóstico y optimización. Pero hay una pregunta previa a analizar: ¿Deben ser los recursos propios de un flujo de producción, por ejemplo, camas de urgencia, o verdaderamente compartidos? La respuesta depende, como lo dicen las teorías de coordinación y agencia, de la capacidad que tengamos para coordinar el uso por diferentes demandantes.

ii. Gestión de casos con énfasis en monitoreo continuo para detectar estados del paciente que requieren acción. Aquí la necesidad es clara: podemos tener un flujo de producción muy bien diseñado, pero igual se producen eventos que obstaculizan el flujo, como atrasos en actividades de apoyo y esperas excesivas para el diagnóstico o tratamiento. También, si hay algún tipo de modelo de apoyo inteligente, por ejemplo, de protocolos médicos, éste establece actuación. Todo esto necesita un monitoreo sobre lo que ocurre con los pacientes, lo cual, típicamente, es provisto por los sistemas de ficha clínica existentes en los hospitales. Lo importante es que las bases de datos de dichos sistemas sean directamente accesibles; nuestra experiencia en varios casos es que no existe tal funcionalidad. Dado el acceso debe montarse una aplicación de monitoreo de gestión de casos que corresponde a un apoyo del tipo Básico de la Figura 3 sobre los datos de fichas a la ejecución del flujo, indicando situaciones como espera excesiva de exámenes, diagnóstico, tratamiento o medicamentos para que el responsable tome acción. Un monitoreo de este tipo, para apoyar a urgencia, fue implementado sobre las fichas médicas de un hospital complejo del país. Además, tal monitoreo es la base de la gestión de casos, ya que, en la versión más primaria, permite que un profesional médico a cargo de esta función sepa en todo momento la situación de un paciente y pueda tomar decisiones sobre lo que sigue y agilizar su ejecución. En una versión más avanzada, el software puede tener inteligencia del tipo Analítica de la Figura 3, con modelos predictivos, para recomendarle acciones a la persona a cargo.

iii. Gestión de operaciones, tales como gestión de listas de espera, programación de pacientes, gestión de exámenes, gestión de medicamentos, gestión de camas, gestión de pabellones y varios otros. En todos ellos se puede utilizar Analítica para proveer apoyo inteligente a la gestión. Esta es la línea de diseño más relacionada con los estudios de eficiencia de la primera sección. En efecto, casi todas las variables identificadas en tales estudios como determinantes de la eficiencia tienen que ver con operaciones. De hecho, uno de los estudios identifica como variable determinante la capacidad de programación de las actividades del hospital, que es tal vez la variable operacional más importante. Existe una

larga y exitosa experiencia con este tipo de mejoras en programación operacional de pabellones, con potenciales incrementos de, al menos, un 20% de mayor uso, las cuales podrían replicarse para camas, donde tenemos algunos estudios preliminares (Barros, 2017). Este mejor manejo de recursos contribuye obviamente a reducir las listas de espera. En lo que se refiere a gestión de exámenes y medicamentos, también hemos obtenido reducciones importantes en los tiempos de servicio en el proyecto de urgencia que hemos presentado. También hemos trabajado en ambulatorio, donde la programación de pacientes basada en criterios médicos, más su manejo para evitar inasistencias y mejora de productividad de médicos, permitiría reducir las listas de espera.

3. Apoyos inteligentes

Un buen trabajo en los puntos anteriores define los requerimientos de aplicación de Analítica para desarrollo de apoyos inteligentes al flujo y su gestión. La Analítica relevante puede ser de cualquiera de los tipos de la Figura 3. En particular, de los ejemplos dados se ha generado la necesidad de modelos predictivos y Big Data para pacientes tratados en sus hogares, modelos predictivos para caracterizar los casos frecuentes en urgencia y estimar sus necesidades de prevención, modelos de pronóstico de demanda en urgencia, ambulatorio, pabellones y camas; modelos de simulación de urgencia, modelos de optimización para asignación de pabellones, modelos de optimización para programación de pabellones, modelos de asignación de camas y modelos predictivos para apoyar la gestión de casos. Lo importante es que hay experiencia en el desarrollo y aplicación de todos estos tipos de modelos, lo cual facilita su generalización y extensión a otros hospitales. De hecho, la idea es desarrollar modelos genéricos que se puedan adaptar a varios hospitales del mismo tipo.

De hecho, uno de los estudios identifica como variable determinante la capacidad de programación de las actividades del hospital, que es tal vez la variable operacional más importante. Existe una larga y exitosa experiencia con este tipo de mejoras en programación operacional de pabellones, con potenciales incrementos de, al menos, un 20% de mayor uso, las cuales podrían replicarse para camas.

4. Requerimientos para sistemas existentes o paquetes a adquirir para manejar información clínica

En base a todo lo anterior se pueden especificar requerimientos para las soluciones de tipo ficha médica de base, para que los hospitales compren aquellas que permitirían apoyar todos los diseños anteriores. Hay una iniciativa financiada por CORFO que persigue un objetivo similar, llamada proyecto CENS, con el cual se podría establecer una coordinación.

5. Especificación de software adicional que se integra y superpone sobre los sistemas de información

Todos los apoyos inteligentes requieren software de apoyo para su desarrollo e implementación. Tal software opera sobre los sistemas del punto anterior, por lo tanto, debe ser compatible con él. Las aplicaciones a construir para implementar el apoyo inteligente deben ser diseñadas y desarrolladas.

REFERENCIAS

A

Aguilera, I. (2013)
Diseño de los procesos de asignación de recursos para la innovación hospitalaria en el Ministerio de Salud. Tesis para la obtención del grado de Magíster en Ingeniería de Negocios con Tecnologías de la Información y memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.

Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993)
A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science, 39*(10), 1261-1264.

Arrow, K. (1985)
The Economics of Agency. En J. W. Pratt, & R. J. Zeckhauser, *Principals and Agents: The Structure of Business* (págs. 37-54). Cambridge, Mass.: Harvard Business School Press.

B

Barros, O. (1998)
Tecnologías de la Información y su Uso en Gestión. Santiago, Chile: McGraw Hill.

Barros, O. (2004)
Ingeniería e-Business: Ingeniería de Negocios para la Economía Digital. Santiago, Chile: J.C. Sáez Editor.

Barros, O. (2013)
Business Engineering and Service Design with Applications for Health Care Institutions. New York: Business Expert Press.

Barros, O. (2016)
Business Engineering and Service Design (2da ed.). New York: Business Expert Press.

Barros, O. (2017)
Service Design with Applications for Health Care Institutions. New York: Business Expert Press.

Barros, O., & Quiroz, E. (2017)
Design of the Emergency Service Production in a Public Hospital. *Lean Healthcare Academic Conference at Stanford. Deeply Understanding Improvement. 27-28 de Septiembre de 2017.* Palo Alto, California. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/320042367_DESIGN_OF_THE_EMERGENCY_SERVICE_PRODUCTION_IN_A_PUBLIC_HOSPITAL

Bason, C. (2010)
Leading Public Sector Innovation: Co-creating for a Better Society. Bristol: Policy Press.

C

Castro, R. (2007)
Midiendo la eficiencia de los hospitales públicos en Chile. *En foco*(108).

Christensen, C. M., H, G. J., & Hwang, J. (2009)
The innovator's prescription: A disruptive solution for health care. New York: McGraw-Hill.

Coase, R. H. (1937)
The Nature of the Firm. *Economica, 4*(16), 386-405.

D

Dörbecker, R., & Böhmann, T. (2013)
The Concept and Effects of Service Modularity - A Literature Review. *46th Hawaii International Conference on System Sciences. 7-10 de Enero de 2013* (págs. 1357-1366). Wailea, Maui: IEEE.

Drummond, M., Weatherly, H., Claxton, K., Cookson, R., Ferguson, B., Godfrey, C., ... Sowden, A. (2007)
Assessing the challenges of applying standard methods of economic evaluation to public health intervantions. York: Public Health Research Consortium, University of York.

G

Galbraith, J. (1977)
Organization Design. Michigan: Addison-Wesley Pub. Co.

Greco, G., Lorgelly, P., & Yamabhai, I. (2016)
Outcomes in Economic Evaluations of Public Health Interventions in Low- and Middle-Income Countries: Health, Capabilities and Subjective Wellbeing. *Health Economics, 25*(S1), 83-94.

H

Habermas, J. (1987)
The Theory of Communicative Action. Volume 2: Lifeworld and System: A Critique of Functionalist Reason. Boston: Beacon Press.

Hodgson, G. M. (1998)
Competence and contract in the theory of the firm. *Journal of Economic Behavior & Organization, 35*(2), 179-201.

I

Institute for Healthcare Improvement. (2003)
Optimizing Patient Flow: Moving Patients Smoothly Through Acute Care Settings. *IHI Innovation Series white paper,* Boston.

K

Knowledge@Wharton. (19 de May de 2017a)
Is Canada the Right Model for a Better U.S. Health Care System? Recuperado el 1 de Diciembre de 2017, de Knowledge@Wharton: *http://knowledge.wharton.upenn.edu/article/lessons-can-u-s-learn-canadian-health-care-system/*

Knowledge@Wharton. (22 de Junio de 2017b)
Twelve Innovative Ideas for Fixing American Health Care. Recuperado el 1 de Diciembre de 2017, de Knowledge@Wharton: *http://knowledge.wharton.upenn.edu/article/prescription-health-cares-future/*

Knudsen, J. H. (2017)
Case Study: How to use Enterprise Architecture to Secure a Coherent Architecture for Clinical Logistics, Service Logistics, and Scheduling in a new Hospital Construction Project. *Journal of Enterprise Architecture Article.*

M

McKinsey & Company. (2017)
Government Productivity: Discussion paper McKinsey Center for Government. McKinsey Center for Government.

Meyer, M. H., Jekowsky, E., & Crane, F. G. (2007)
Applying platform design to improve the integration of patients services across the continuum of care. *Managing Service Quality, 17*(1), 23-40.

Miller, G. J. (2005)
The political evolution of principal-agent model. *Annual Review of Political Science*(8), 203-225.

Ministerio de Salud. (2015)
Años de Vida Potencial Perdidos (AVPP). Santiago, Chile. Obtenido de Departamento de Estadísticas e Información de Salud: *http://www.deis.cl/indicadores-basicos-de-salud/anos-de-vida-potencial-perdidos-avpp/*

O

OECD. (2014)
Estadísticas de la OCDE sobre la salud 2014. Chile en comparación. Recuperado el 1 de Diciembre de 2017, de OECD web site: *http://www.oecd.org/els/health-systems/Briefing-Note-CHILE-2014-in-Spanish.pdf*

OECD. (2015)
Health at a Glance 2015. How does Chile compare? Recuperado el 1 de Diciembre de 2017, de OECD web site: *https://www.oecd.org/chile/Health-at-a-Glance-2015-Key-Findings-CHILE.pdf*

Ozcam, Y. A. (2014)
Health Care Benchmarking and Performance Evaluation. New York: Springer.

P

Pekkarinen, S., & Ulkuniemi, P. (2008)
Modularity in developing business services by platform approach. *The International Journal of Logistics Management, 19*(1), 84-103.

Porter, M. E., & Teisberg, E. O. (2007)
How physicians can change the future of health care. *Journal of the American Medical Association, 297*(10), 1103–1111.

R

Rechel, B., Wright, S., Edwards, N., Dowdeswell, B., & McKee, M. (2009)
Investing in Hospitals of the future. *Observatory Studies Series N°16. European Observatory on Health Systems and Policies.*

S

Santelices, E., Ormeño, H., Delgado, M., Lui, C., Valdés, R., & Durán, L. (2013a)
Análisis de la eficiencia técnica hospitalaria 2011. *Revista médica de Chile, 141*(3), 332-337.

Santelices, E., Ormeño, H., Delgado, M., Lui, C., Valdés, R., & Durán, L. (2013b)
Análisis de los determinantes de la eficiencia hospitalaria: el caso de Chile. *Revista médica de Chile, 141*(4), 457-463.

Suhrcke, M., McKee, M., Mortensen, J., Arce, R. S., & Tsolova, S. (2005)
The contribution of health to the economy in the European Union. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

U

Urgent Matters. (2016a)
Improving ED throughput utilizing lean methodolgies to implement Split Flow Strategy. Recuperado el 1 de Diciembre de 2017, de Urgent Matters web site: https://smhs.gwu.edu/urgentmatters/content/improving-ed-throughput-utilizing-lean-methodolgies-implement-split-flow-strategy

Urgent Matters. (2016b)
Automating the Case Management of Frequent ED Users Using Smart Control. Recuperado el 1 de Diciembre de 2017, de Urgent Matters web site: https://smhs.gwu.edu/urgentmatters/content/automating-case-management-frequent-ed-users-using-smartcontrol%E2%84%A2

W

Williamson, O. E. (1981)
Markets and Hierarchies. New York: Free Press.

Williamson, O. E. (1985)
The Economic Institutions of Capitalism. New York: Free Press.

WWW.SISTEMASPUBLICOS.CL

INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE CHILE

CENTRO DE SISTEMAS PÚBLICOS
INGENIERÍA INDUSTRIAL | UNIVERSIDAD DE CHILE

EDICIONES ANTERIORES DE LA SERIE SISTEMAS PÚBLICOS

Nº 1 Junio 2010
Déficit de vitamina "I": Las omisiones de implementación de las políticas públicas

Nº 2 Julio 2010
Inversión pública: Desafíos del Sistema Nacional de Inversiones

Nº 3 Marzo 2011
Supervisión educativa a establecimientos educacionales: Diagnóstico y desafíos para su modernización

Nº 4 Marzo 2011
Descentralización en Chile: Una trayectoria posible

Nº 5 Julio 2011
Dejando de financiar sólo el corto plazo: Nuevo sistema de asignación de recursos para la defensa en Chile

Nº 6 Mayo 2012
Análisis organizacional de entidades públicas en Chile: Lecciones para la gestión y el diseño de políticas

Nº 7 Junio 2012
Por una mejor educación inicial en Chile: Rol, relevancia y desafíos de la Junta Nacional de Jardines Infantiles [JUNJI]

Nº 8 Junio 2013
Gobiernos regionales: El eslabón perdido de la descentralización

Nº 9 Enero 2014
Altos Directivos Públicos: ¿Qué hacen con su tiempo?

Nº 10 Julio 2015
Diagnóstico y propuestas para el sistema de selección de Directivos Escolares

Nº 11 Mayo 2015
Diseño institucional de un nuevo Sistema de Protección Integral de la Infancia y Adolescencia en Chile: Principios y componentes esenciales

Nº 13 Septiembre 2017
El Desafío de la Seguridad en el Trabajo: Evaluación del Plan de Prevención el Instituto de Seguridad Laboral

fcfm
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS UNIVERSIDAD DE CHILE