

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**MONITOREO Y RETROALIMENTACIÓN DE UNIDADES ACADÉMICAS
BASADO EN EFICIENCIA**

*PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA
DE NEGOCIOS CON TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN*

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

YERKO ANDRÉS MONTENEGRO ORTIZ

PROFESOR GUÍA:
ÓSCAR BARROS VERA.

MIEMBROS DE LA COMISION:
PABLO GONZÁLEZ SOTO.
RICHARD WEBER HAAS.
EDUARDO TOBAR ALMONACID.

SANTIAGO DE CHILE
2018

RESUMEN EJECUTIVO

En el siguiente proyecto de grado plantea un diseño de un proceso de monitoreo y control de la actividad académica que entrega información directa a los tomadores de decisión para que puedan retroalimentar a los distintos departamentos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Para esto se utiliza el marco metodológico que entrega la Ingeniería de Negocios y el Análisis Envolvente de Datos.

El entorno competitivo en que se encuentra la Facultad de Medicina es cada vez más amenazante, a su vez, el país plantea desafíos importantes en materia de necesidades sanitarias. Estas oportunidades deben ser aprovechadas por la Facultad, afianzando su posicionamiento estratégico. Asimismo, cada vez más, las universidades aumentan la formación de profesionales y desarrollan mayor cantidad de investigación. Por otra parte, la institución atraviesa por un periodo financiero complejo, existiendo un déficit anual del orden de los 3.300 millones esperados para el 2016.

Un análisis preliminar de eficiencia determinó que existían diferencias en la producción de los departamentos. Además, en el levantamiento de la situación actual se determinó que no existía formalizado un proceso de monitoreo y control de las unidades académicas. Siguiendo los patrones de procesos de negocios, se diseñó un proceso respondiendo a los lineamientos estratégicos de la Facultad. Esto desencadenó en una aplicación que apoya la toma de decisiones directivas de la Facultad, recomendando acciones correctivas en función a los distintos niveles de eficiencia existentes. El proceso analiza los datos de estado de las unidades mediante un Análisis Envolvente de Datos, entregando información acerca de la eficiencia relativa de los departamentos.

Lo anterior, se complementó con un análisis “DEA de segunda etapa” que determinó las principales variables explicativas de la eficiencia de las unidades académicas. Este mecanismo se definió con el objeto de generar nuevas capacidades que cambien estructuralmente la Facultad de Medicina.

Finalmente se plantea el diseño de una herramienta tecnológica que acompaña el proceso y su respectiva evaluación económica. En cualquiera de los casos, este proyecto es viable, ya que tiene un alto potencial en el aumento de la actividad académica de las unidades de la Facultad.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen Ejecutivo	I
Tabla de Contenido	II
Índice de Ilustraciones:	V
Índice de Tablas:.....	VI
CAPÍTULO 1: Introducción y contexto.....	8
1.1 Antecedentes de la Industria Universitaria en Chile	8
1.1.1 Calidad de los Alumnos	8
1.1.2 Investigación.....	10
1.1.3 Las Facultades de Medicina	10
1.2 Descripción General de la Facultad de Medicina.	10
1.2.1 La Universidad de Chile.....	10
1.2.2 La Facultad de Medicina.....	12
1.2.3 Estructura de la institución.....	13
1.3 Oportunidades de Mercado	15
1.3.1 Contexto Nacional	16
1.3.2 Descripción del Problema	18
1.4 Objetivos y Resultados Esperados del Proyecto.....	19
1.4.1 Objetivo General.....	19
1.4.2 Objetivos Específicos	19
1.4.3 Resultados Esperados.....	19
1.5 Alcance	20
CAPÍTULO 2: Marco Teórico.....	21
2.1 Metodología Ingeniería de Negocios.....	21
2.2 La Eficiencia y el Análisis Envolvente de Datos	23
2.2.1 La productividad	23
2.2.2 La eficiencia.....	24
2.2.3 El Análisis Envolvente de Datos	25
2.2.4 Construcción teórica y revisión de la literatura	27
CAPÍTULO 3: Planteamiento Estratégico y Modelo de Negocios	35
3.1 Posicionamiento Estratégico	35

3.2	Objetivos estratégicos	36
3.2.1	Perspectiva Financiera	37
3.2.2	Perspectiva del Cliente	37
3.2.3	Perspectiva de Procesos Internos	38
3.2.4	Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento	38
3.3	Modelo de Negocios.....	39
CAPÍTULO 4: Análisis de la Situación Actual.....		41
4.1	Arquitectura de Procesos	41
4.2	Modelamiento Detallado de Procesos.....	42
4.2.1	Estructura de Procesos	42
4.2.2	Cadena de valor Generar Conocimiento y Desarrollo de Nueva Capacidades.....	42
4.2.3	Proceso: Generación y Difusión del Conocimiento.....	44
CAPÍTULO 5: Propuesta de Diseño de Procesos		46
5.1	Direcciones de Cambio y Alcance.....	46
5.1.1	Servicios Compartidos.....	46
5.1.2	Proceso de Monitoreo Académico	46
5.1.3	Aporte Académico	46
5.1.4	Alcance.....	47
5.2	Diseño detallado de procesos	47
5.2.1	Diseño en IDEF0 (<i>Integration Definition for Function Modeling</i>).....	47
5.3	Diseño en BPMN.....	54
5.4	Diseño de Lógica de Negocio.....	55
5.4.1	Monitoreo y Control de Actividad Académica: Análisis Envolvente de datos (Primera Etapa).....	56
5.4.2	Aporte Académico: Análisis Envolvente de Datos (Segunda Etapa) .	67
CAPÍTULO 6: Resultados Principales		69
6.1	Departamentos Analizados	69
6.2	Primera Etapa:	70
6.2.1	Naturaleza de los Rendimientos	70
6.2.2	Análisis DEA CCR orientado a los outputs.	72
6.2.3	Análisis de Supereficiencia	73
6.2.4	Revisión de holguras	74

6.2.5	Revisión de la condición de eficiencia Pareto-Koopman	77
6.2.6	Propuestas de Acciones Correctivas	77
6.2.7	Resumen de los resultados	78
6.3	Segunda Etapa:.....	81
6.3.1	Regresión Tobit	81
6.3.2	Análisis de Resultados	82
CAPÍTULO 7: Propuesta de Apoyo Tecnológico.....		84
7.1	Especificación de Requerimientos	84
7.1.1	Requerimientos Funcionales	84
7.1.2	Requerimientos No Funcionales.....	84
7.1.3	Restricciones de diseño (limitaciones, estándares, tecnologías).....	85
7.2	Arquitectura Tecnológica.....	85
7.3	Diseño de la Aplicación	87
7.4	Prototipo Funcional Desarrollado	87
CAPÍTULO 8: Evaluación del Proyecto		90
8.1	El Proyecto.....	90
8.1.1	Cliente	90
8.1.2	Beneficios	90
8.1.3	Estructura organizacional de la implementación y posterior operación del proyecto	91
8.2	Plan de Marketing	92
8.2.1	Objetivos del Plan de Marketing	93
8.2.2	Alcance.....	93
8.3	Factores críticos.....	94
8.4	Plan de Operaciones.....	94
8.4.1	Estudio Técnico	94
8.4.2	Proyecto Tecnológico	95
8.4.3	Actividades de Operación.....	95
8.5	Evaluación Financiera	96
8.5.1	Costos:.....	96
8.5.2	Beneficios:	97
8.5.3	Flujo de caja	98
8.5.4	Análisis de Sensibilidad	98

8.5.5 Análisis de Escenario	99
CAPÍTULO 9: Conclusiones.....	101
CAPÍTULO 10: Bibliografía.....	105

Índice de Ilustraciones:

Ilustración 1: Montos recibidos AFI	9
Ilustración 2: Alumnos de excelencia 2014	9
Ilustración 3: Organigrama de la Universidad de Chile.....	14
Ilustración 4: OCDE Población Diabética Adulta, Fuente (OCDE, s.f.).....	16
Ilustración 5: Médicos graduados por cada 1.000 habitantes, Fuente: (OCDE, s.f.)	17
Ilustración 6: Situación actual y proyecto.	20
Ilustración 7: Ciclo de eficiencia propuesto. Elaboración propia.....	20
Ilustración 8: Ingeniería de Negocios. Fuente: Elaboración propia	22
Ilustración 9: Curva de Eficiencia Orientada en Insumos. Fuente: Elaboración propia	25
Ilustración 10: Construcción de Frontera de Eficiencia Fuente: Elaboración Propia	26
Ilustración 11: Insumos y productos de análisis de eficiencia de departamentos universitarios	29
Ilustración 12: Insumos y productos de evaluación DEA multiperiodo para la investigación en el ámbito académico	31
Ilustración 13: Insumos y productos de análisis comparativo de eficiencia de los departamentos de una universidad	32
Ilustración 14: Insumos y productos del modelo de evaluación departamental	34
Ilustración 15: Modelo Delta de Hax.....	36
Ilustración 16: Modelo de Negocios. Fuente: Elaboración Propia.	39
Ilustración 17: Arquitectura de Procesos Facultad de Medicina. Fuente: Elaboración Propia.....	42
Ilustración 18: Macroproceso Generación de Conocimiento. Fuente: Elaboración Propia.....	44
Ilustración 19: Generación y Difusión del Conocimiento (Producción y Entrega). Fuente: Elaboración Propia.....	45
Ilustración 20: Arquitectura de Facultad de Medicina. Fuente: Elaboración Propia.	48
Ilustración 21: Servicios Compartidos. Fuente: Elaboración Propia.	49
Ilustración 22: Proceso de Monitoreo Académico. Fuente: Elaboración Propia. ...	50

Ilustración 23: Cadena de Valor Generación de Conocimiento. Fuente: Elaboración Propia.....	51
Ilustración 24: Cadena de Valor Formación Profesional. Fuente: Elaboración Propia.....	51
Ilustración 25: Proceso de Desarrollo de Nuevas Capacidades. Fuente: Elaboración Propia.....	52
Ilustración 26: Proceso Evaluación de Nueva Capacidad. Fuente: Elaboración Propia.....	53
Ilustración 27: Proceso Análisis de Mejora de Capacidad. Fuente: Elaboración Propia.....	53
Ilustración 28: BPMN Captar Datos. Fuente: Elaboración Propia.....	54
Ilustración 29: BPMN Consultar Eficiencia y Tomar Acciones Correctivas. Fuente: Elaboración Propia.....	55
Ilustración 30: Orientaciones en DEA. Fuente: (CAK, 1993).....	60
Ilustración 31: Holguras en DEA. Fuente: (CAK, 1993).”.....	62
Ilustración 32: Resultados Tobit. Fuente: Elaboración Propia.....	81
Ilustración 33: Propuesta de Data Warehouse. Fuente: Elaboración Propia.....	86
Ilustración 34: Uso de biblioteca Open Source DEA. Fuente: Elaboración Propia.....	86
Ilustración 35: Subir archivo con datos por departamentos. Fuente: Elaboración Propia.....	87
Ilustración 36: Indicadores de Eficiencia. Fuente: Elaboración Propia.....	88
Ilustración 37: Detalle del Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente. Fuente: Elaboración Propia.....	89
Ilustración 38: Esquema de proyecto. Elaboración propia.....	90
Ilustración 39: Situación actual y situación con proyecto.....	91
Ilustración 40: Análisis de Escenarios.....	100

Índice de Tablas:

Tabla 1: Resultados Modelos DEA Propuestas. Fuente: (Nur Azlina Abd Aziz, 2012).....	33
Tabla 2: Recomendaciones genéricas y asociadas a la eficiencia.....	63
Tabla 3: Recomendaciones asociadas a grupos de holguras.....	64
Tabla 4: Departamentos Analizados.....	69
Tabla 5: Naturaleza de Rendimientos.....	70
Tabla 6: Resultados DEA CCR Outputs.....	72
Tabla 7: Resultados Supereficiencia.....	73
Tabla 8: Holguras de docencia de pregrado.....	74
Tabla 9: Holguras de horas administrativas.....	74
Tabla 10: Holguras de estudiantes de especialidad.....	75
Tabla 11: Holguras de horas de postgrado.....	75

Tabla 12: Holguras de publicaciones	75
Tabla 13: Holguras de ingresos propios	76
Tabla 14: Holguras de ingresos por proyectos	76
Tabla 15: Distribución de la eficiencia	77
Tabla 16: Grupo 1 eficiencia y holguras	79
Tabla 17: Grupo 2 eficiencia y holgura	79
Tabla 18: Grupo 3 eficiencia y holguras	80
Tabla 19: Grupo 4 eficiencia y holguras	80
Tabla 20: Correlación entre variables.....	81
Tabla 21: Plan de Marketing.....	94
Tabla 22: Desarrollo	96
Tabla 23: Operación del proyecto	97
Tabla 24: Capacitación.....	97
Tabla 25: Beneficios.....	97
Tabla 26: Flujo de caja	98
Tabla 27: Análisis de Sensibilidad.....	99
Tabla 28: Análisis de Escenario	99

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

Gestionar unidades académicas, aprovechar sus recursos y mejorar sus resultados es una tarea compleja y poco abordada en Chile. Es por esta razón, que se analizará la eficiencia de distintas unidades de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, a fin de proponer medidas concretas y nuevos diseños de estructura para mejorar la producción y eficiencia de éstas.

Desde este punto de vista, es importante conocer el entorno en que se encuentra la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, describiendo la industria universitaria en Chile, su relación con la facultad y las oportunidades de mercado que se identifican. Esto permitirá identificar las oportunidades de negocio que motiven el diseño a proponer.

1.1 Antecedentes de la Industria Universitaria en Chile

En Chile el sistema de educación superior está formado por Universidades, Institutos Profesionales, Centros de Formación Técnica y Establecimientos de Educación Superior de las Fuerzas Armadas, de Orden y Seguridad.

Las Universidades son instituciones destinadas a la enseñanza superior, constituidas por varias facultades y que conceden grados académicos. A su vez, los Institutos Profesionales pueden entregar títulos técnicos de nivel superior y títulos profesionales que no requieran licenciatura, mientras que los Centros de Formación Técnica solo pueden ofrecer el título de técnico de nivel superior.

Dentro de las instituciones universitarias se distinguen tres grupos: el de las universidades estatales agrupadas en el Consorcio de Universidades Estatales de Chile (CUECH), el de las universidades tradicionales que fueron creadas antes de 1981 y que se agrupan en el Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH), y el de las universidades “privadas” creadas posterior a 1981.

Las Universidades tradicionales reciben fondos del Estado, como el Aporte Fiscal Directo (AFD) y asignaciones de Interés Nacional, de Innovación, entre otras. Para todas las universidades el mayor aporte del Estado es un subsidio a la demanda, asociado a la política de gratuidad, becas y créditos.

1.1.1 Calidad de los Alumnos

El Aporte Fiscal Indirecto (AFI), eliminado en enero de 2018, se creó en 1981 como un subsidio que dependía del nivel académico de los estudiantes que ingresaban a una universidad. El AFI funcionó como medida de calidad de las instituciones, en base a una asignación recibida respecto a los puntajes de la Prueba de Selección Universitaria (PSU) de sus alumnos, para el año 2014 el Estado entregó \$23.847 millones a 95 instituciones. El 99 % de los aportes lo recibieron las Universidades,

el 75 % de estos, se les entregó a los planteles del CRUCH, de ellos, la Universidad de Chile recibió el 20,2 % del total (MECESUP, 2016).



Ilustración 1: Montos recibidos AFI



Ilustración 2: Alumnos de excelencia 2014

En cuanto a los alumnos de excelencia, definidos como los que ponderaban sobre 702 puntos en la PSU, el Estado entregaba un mayor aporte de AFI. El mismo año, destacaron 5.542 alumnos, de los cuales el 56 % ingresó a las dos Universidades más importantes del país, la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica (PUC).

La tendencia muestra que año a año los planteles privados recibieron un mayor número de alumnos de excelencia académica, entre las diez instituciones que recibieron mayores fondos, existen cuatro universidades privadas: La Universidad Adolfo Ibáñez, de los Andes, Diego Portales y Andrés Bello.

Además de los alumnos con mayor AFI y excelencia académica, se consideraban los puntajes PSU y el de Notas de Enseñanza Media (NEM), una vez más el liderazgo lo mantiene la Universidad de Chile y la Universidad Católica, seguidos

por la Universidad Técnica Federico Santa María, la Universidad de Concepción y la Universidad Adolfo Ibáñez.

1.1.2 Investigación

El 2014 la Universidad de Chile lideraba la investigación a nivel nacional con 8.897 documentos, seguida por la Pontificia Universidad Católica (7.016) y la Universidad de Concepción (4.022), según el ranking SCImago que es reconocido por clasificar a las instituciones por sus méritos en investigación. Asimismo, los resultados de *Academic Ranking of World Universities* (ARWU) de Shanghái que presenta anualmente a las 500 mejores universidades del mundo, posicionaron el mismo año a la Universidad de Chile y la PUC en el grupo 401-500.

1.1.3 Las Facultades de Medicina

La encuesta de 2014 realizada para el ranking de universidades de la revista *Qué Pasa* incluyó la participación de 600 profesionales que calificaron escuelas universitarias. En el área de la salud fueron evaluadas enfermería y medicina.

Para el caso de enfermería, el ranking de percepción de calidad ubicó a la Universidad de Chile como líder, seguido de la Universidad Católica y la Universidad de Concepción.

En torno a la matrícula, durante el año 2014 ingresaron a enfermería 7500 nuevos estudiantes en todo el sistema universitario, la Universidad de Chile dispuso de solo 87 cupos (1,16 % del total).

La PUC lidera el ranking de percepción en la carrera de medicina, seguida de la Universidad de Chile y la Universidad de Concepción.

A nivel de facultades de medicina, los rankings internacionales posicionan en primer lugar nacional a la Universidad de Chile seguida por la Pontificia Universidad Católica. Al año 2013, el Ranking América-Economía la ubica en el primer lugar con 97,6 puntos de su indicador, mientras que la PUC se queda muy cerca con 94,2 puntos.

Por otra parte, el Shanghai Jiao Tong University Ranking y en la Clasificación webométrica del CSIC, también lidera la Universidad de Chile por sobre la PUC, ubicándose en el quinto y octavo puesto a nivel latinoamericano respectivamente. Siendo las facultades de medicina de Brasil quiénes lideran el ranking.

1.2 Descripción General de la Facultad de Medicina.

1.2.1 La Universidad de Chile

La Universidad de Chile es una institución de educación superior de carácter nacional y pública, que asume con compromiso y vocación de excelencia la formación de personas y la contribución al desarrollo espiritual y material de la

Nación, construyendo liderazgo en el desarrollo innovador de las ciencias y las tecnologías, las humanidades y las artes, a través de sus funciones de docencia, creación y extensión, con especial énfasis en la investigación y el postgrado. En el ejercicio de dichas funciones promueve el ejercicio de una ciudadanía preparada, crítica, con conciencia social y responsabilidad ética, de acuerdo con los valores de tolerancia, pluralismo y equidad, independencia intelectual y libertad de pensamiento, así como también del respeto, promoción y preservación de la diversidad en todos los ámbitos de su quehacer. (Universidad de Chile, 2015)

Es la institución de educación superior más antigua del país y una de las de mayor prestigio y tradición de América Latina, como lo prueban diferentes reconocimientos nacionales e internacionales. En el plano nacional, la Universidad de Chile recibe en términos relativos el mayor número de estudiantes con los mejores puntajes de ingreso, cuenta con un cuerpo académico de excelencia, con una alta productividad en el campo científico y en la creación artística y cultural, y está permanentemente vinculada a la reflexión y acción respecto de los problemas nacionales.

La Universidad de Chile cuenta con una institucionalidad y una visión estratégica de acuerdo con su rol como universidad pública en el nuevo siglo, que le permite afrontar los desafíos actuales manteniendo su tradición y excelencia, sin claudicar en los valores que le son propios.

El Estatuto de la Universidad de Chile define la misión y los principios orientadores de la Universidad como:

1.2.1.1 Misión:

La misión de la universidad está definida como: "La generación, desarrollo, integración y comunicación del saber en todas las áreas del conocimiento y dominios de la cultura, constituyen la misión y el fundamento de las actividades de la Universidad, conforman la complejidad de su quehacer y orientan la educación que ella imparte".

La Universidad asume con vocación de excelencia la formación de personas y la contribución al desarrollo espiritual y material de la Nación. Cumple su misión a través de las funciones de docencia, investigación y creación en las ciencias y las tecnologías, las humanidades y las artes, y de extensión del conocimiento y la cultura en toda su amplitud. Procura ejercer estas funciones con el más alto nivel de exigencia.

Es responsabilidad de la Universidad contribuir con el desarrollo del patrimonio cultural y la identidad nacionales y con el perfeccionamiento del sistema educacional del país."

1.2.1.2 Principios orientadores:

El estatuto universitario menciona principios orientadores como: Libertad de pensamiento y de expresión; pluralismo; y participación, con resguardo a las jerarquías en la institución.

Además, se valora la actitud reflexiva, dialogante y crítica; equidad y valoración del mérito en ingreso, promoción y egreso; la formación de personas con sentido ético, cívico y de solidaridad social; el respeto a personas y bienes; el compromiso con la institución; la integración y desarrollo equilibrado de sus funciones universitarias, y el fomento del diálogo y la interacción entre las disciplinas que cultiva.

1.2.1.3 Visión de futuro:

Asimismo, la visión de la universidad se define en tres puntos como: “Desarrollo consistente con la misión histórica, la naturaleza estatal y pública y el compromiso nacional de la universidad.

Parámetros internacionales de excelencia académica.

Respuesta creativa y eficaz a las condiciones y desafíos que plantea la globalización y la inserción del país en el orden mundial.”

1.2.2 La Facultad de Medicina

La Facultad de Medicina de la Universidad de Chile es una de las cinco facultades que dio origen a la Universidad, nace en 1842 sobre la base de una escuela de la especialidad creada en 1833.

Actualmente, la Facultad de Medicina es la unidad académica más grande de la Universidad y está encargada de formar profesionales de la salud e investigadores y académicos, contribuyendo a mejorar el conocimiento científico de la población mediante distintas actividades. Su visión y misión se resumen en lo siguiente:

1.2.2.1 Visión

La visión declarada por la facultad de medicina es:

“Antes del Bicentenario de Chile llegaremos a consolidarnos como la mejor y más prestigiada Facultad de Medicina de América Latina, por la calidad de la docencia que se imparte en nuestras aulas, el nivel de excelencia de la investigación biomédica y en salud que se desarrolla en nuestros laboratorios y centros clínicos, y la vocación de servicio de nuestra comunidad en el cuidado de su salud de las personas. Nuestros egresados se sentirán orgullosos de llevar el sello de calidad de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile y nuestros docentes e investigadores se sentirán honrados y gratificados de trabajar en una casa de estudios prestigiada y valorada en el ámbito de la medicina y las ciencias biomédicas, tanto a nivel nacional como internacional.”

1.2.2.2 Misión de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile

Del mismo modo, la misión de la institución es:

“Formar profesionales de la salud de gran capacidad, con sólida formación ética, espíritu de servicio y compromiso con el bienestar de la comunidad para contribuir a elevar la calidad de vida de la población. Formar investigadores y académicos para impulsar el desarrollo científico-tecnológico y para incrementar la capacidad de investigar y resolver problemas biomédicos, clínicos y de salud pública. Contribuir a mejorar el conocimiento científico de la población mediante actividades de extensión y proyectar nuestro quehacer académico a lo largo del país.”

1.2.3 Estructura de la institución

Para el análisis es muy importante comprender la estructura académica de la institución, en particular la normativa que define la orgánica de la universidad. Por esto, es necesario entender la estructura universitaria mediante sus órganos superiores, cuerpos colegiados y unidades académicas como Facultades e Institutos.

También es relevante entender la distribución de la facultad más grande de la Universidad, sus Departamentos y Centros, y sus distintas orientaciones hacia la investigación, asistencia, etc.

1.2.3.1 La estructura de la Universidad de Chile

El Estatuto de la Universidad de Chile define cuatro órganos superiores que constituyen las instancias encargadas de dirigir y gestionar la institución: el Rector, el Consejo Universitario, el Senado Universitario y el Consejo de Evaluación

Las funciones ejecutivas son ejercidas por el Rector y el Consejo Universitario, a diferencia del Senado Universitario tiene carácter normativo general.

La orgánica universitaria se divide en dos: Las Unidades Ejecutivas Centrales y la Estructura Académica. El primer grupo se encarga de los aspectos operativos, financieros, de recursos humanos, entre otros ámbitos ejecutivos. La estructura académica responde a la misión de la institución y realiza labores de investigación, docencia y extensión.

Forman parte de la estructura académica (en amarillo en el organigrama) las Facultades e Institutos, Departamentos, Centros y Escuelas.

Las Facultades constituyen la estructura fundamental, son organismos académicos y de gobierno encargadas de la realización de una tarea permanente en una o más áreas del conocimiento, para lo cual desarrollan integralmente la docencia, la investigación, la creación, la extensión y la prestación de servicios en el campo que le es propio. Están constituidas por Departamentos y Escuelas, además pueden establecer institutos y centros.

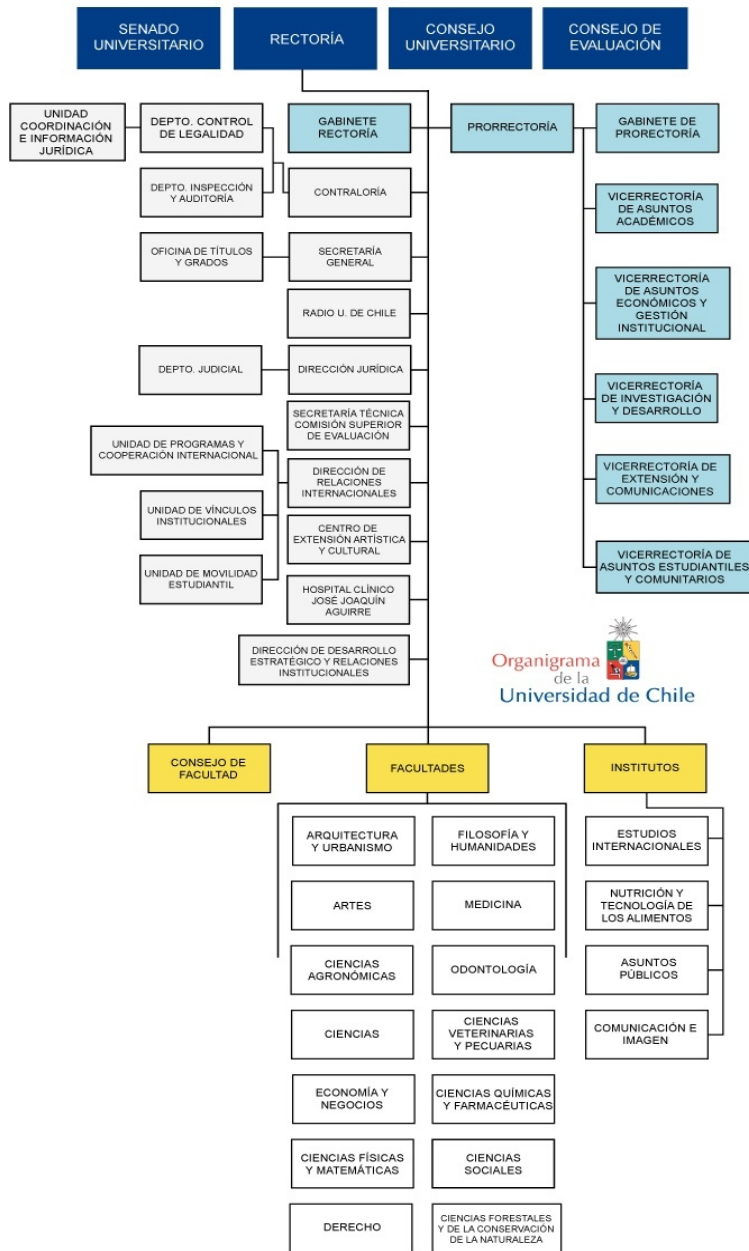


Ilustración 3: Organigrama de la Universidad de Chile

Los Departamentos (Universidad de Chile, 2015) son las unidades académicas básicas, pertenecientes a una Facultad, que generan, desarrollan y comunican el conocimiento científico, intelectual o artístico, en el ámbito de una disciplina.

Los Institutos son unidades académicas que generan, desarrollan, comunican y transfieren el conocimiento o prestan servicios en conformidad en un tema o área temática multi o interdisciplinaria, que participan en el desempeño de las funciones universitarias y, en particular, en la docencia requerida por las Escuelas. Dependen

de una Facultad; excepcionalmente pueden existir Institutos dependientes de Rectoría.

Los Centros son unidades universitarias, temporales o permanentes, que cumplen tareas académicas, de investigación y de extensión en ámbitos específicos o estratégicos y pueden prestar servicios en áreas de su competencia en conformidad a la ley. Se constituyen por acuerdo del Consejo Universitario, a propuesta de una Facultad o del Rector.

Las Escuelas son unidades académicas que organizan, administran e imparten los estudios conducentes a la obtención de grados académicos y títulos profesionales. Constituyen los órganos de adscripción de los estudiantes. Deben propiciar medidas que conduzcan al perfeccionamiento de sus docentes, a la renovación permanente de los planes y programas de estudio a su cargo y al bienestar de sus estudiantes mediante acciones que no tengan el carácter de prestaciones de seguridad social.

El Estatuto define las actividades universitarias agrupándolas en:

1. Docencia de enseñanza superior.
2. Investigación y creación.
3. Extensión en las ciencias, las humanidades, las artes y las técnicas.

La unidad académica encargada de coordinar la docencia es la escuela, la encargada de producir investigación y generar el conocimiento que se transfiere a los estudiantes en clases y a la sociedad en extensión es el departamento.

1.2.3.2 Facultad de Medicina

La Facultad de Medicina el año 2016 contaba con 46 departamentos, 3 institutos y 3 centros. Posee 5 campos clínicos asociados a los principales hospitales de Santiago, en cada uno de ellos se desarrollan principalmente la docencia asistencial y la investigación clínica. En las instalaciones del campus norte se encuentran los “departamentos escuelas”, asociados a cada programa de pregrado como kinesiología, tecnología médica, enfermería, entre otros, y el Instituto de Ciencias Biomédicas que concentra la actividad académica de las ciencias básicas en la Facultad.

La Facultad de Medicina tiene un equipo directivo de diez miembros encabezados por el Decano.

1.3 Oportunidades de Mercado

La descripción anterior muestra que la Facultad lidera en calidad académica, calidad de los alumnos y percepción de la sociedad. Además, la Universidad de Chile es reconocida por su larga historia de vinculación con el país en la generación de

políticas públicas, liderazgos republicanos y el conocimiento que cimienta el desarrollo cívico y democrático del Estado.

Asimismo, la misión y estructura de la Universidad aborda como punto central la necesidad de que la institución resuelva las necesidades de la sociedad, en este caso particular, dar respuestas a las necesidades sanitarias del país.

Por lo tanto, en el ejercicio de identificar las oportunidades existentes, es necesario conocer los requerimientos del contexto nacional, enfocado principalmente en el desempeño sanitario del país.

1.3.1 Contexto Nacional

Un elemento importante para medir el desempeño de la salud nacional, es el indicador de Años de Vida Potenciales Perdidos (AVPP) que indica la pérdida que sufre la sociedad 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 de vida. Solo el año 2012 la cantidad de años de AVPP fue de 1.220.998. (MINSAL, 2015).

Otro elemento útil para realizar este análisis es el impacto de las enfermedades crónicas en la población nacional, según el informe OCDE del año 2014 Chile se ubica entre los cinco países de la OCDE con mayor prevalencia de diabetes, (OCDE, s.f.), el 9,8 % de la población adulta (entre 29 y 79 años) padece esta enfermedad. En el mismo estudio se indica que el 25,1 % de la población es obesa, ubicándose en el sexto puesto en los con mayor obesidad, siendo potenciales enfermos crónicos. Chile

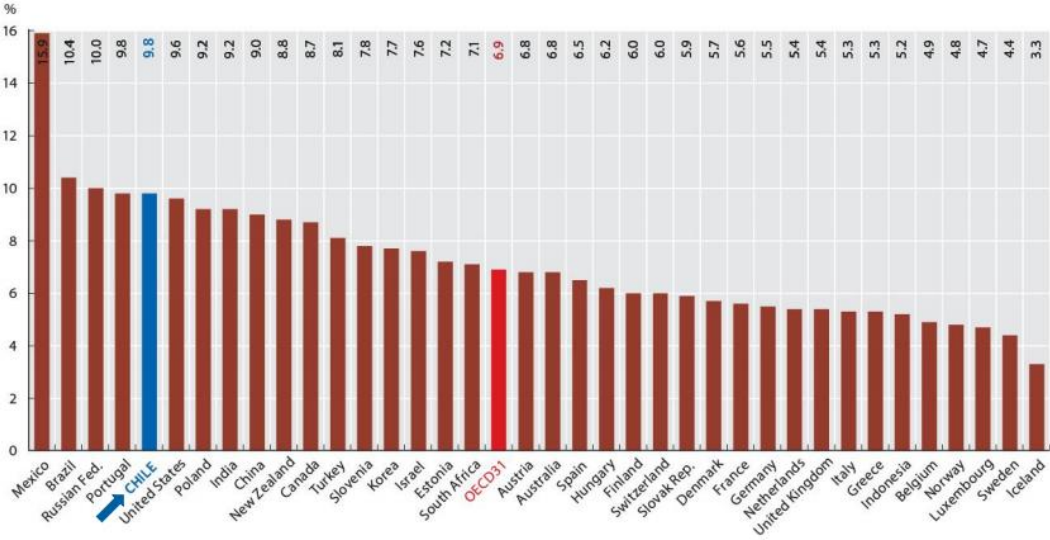


Ilustración 4: OCDE Población Diabética Adulta, Fuente (OCDE, s.f.)

Otro aspecto clave para este análisis es el mercado del trabajo, la empleabilidad es relevante para un estudiante ya que facilita la toma de decisión de que carrera

estudiar y permite identificar la necesidad de profesionales en un sector específico. En este ámbito, para el caso de profesionales de la salud no médicos, su empleabilidad está sobre el promedio del mercado laboral, en el área de tecnología y salud se concentran las tasas más altas, con más del 90 % al primer año, destacan enfermería (99,2 %), obstetricia y puericultura (97,9 %) y tecnología médica (95,6 %). (Mi Futuro - MINEDUC, 2015)

La alta empleabilidad está relacionada con la necesidad de profesionales de la salud de alto nivel, existiendo una oportunidad para formar personas comprometidas y con conocimientos avanzados. Esta necesidad se ve demostrada en que el promedio OCDE de enfermeras por cada mil habitantes es de 8,8; mientras que Chile tiene 4,2 con un crecimiento sostenido en los últimos cinco años, aumentando de 0,5 enfermeras por mil habitantes el año 2009 a 4,2 enfermeras el año 2011.

La escasez de médicos es aún mayor, en Chile existen 1,6 médicos por cada mil habitantes, frente a un promedio de 3,2 en la OCDE (OCDE, s.f.). Además, según cifras de la Asociación de Municipalidades, faltan 1.364 médicos de atención primaria en jornada completa en los consultorios del país, según el estándar mínimo definido por el estudio como un médico por 3.333 habitantes.

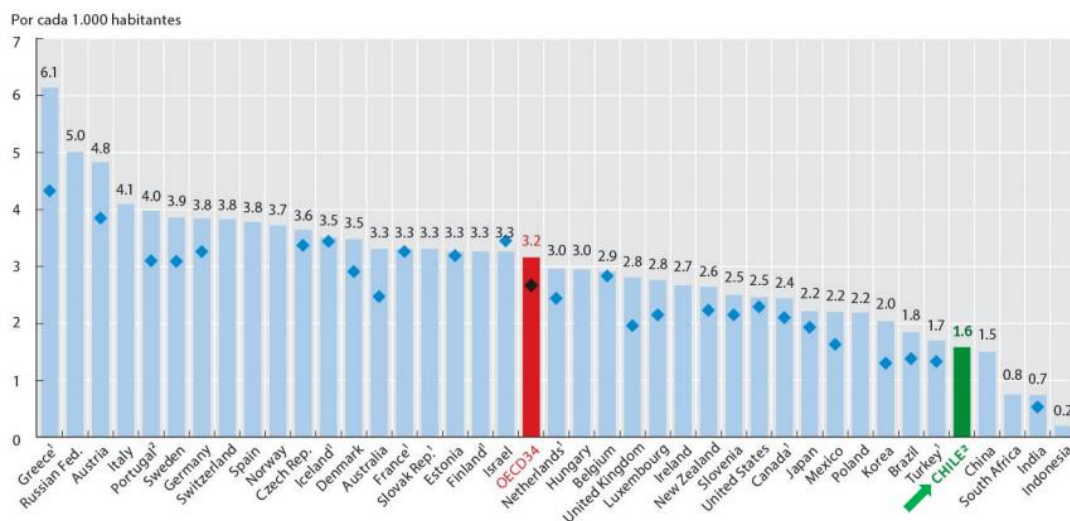


Ilustración 5: Médicos graduados por cada 1.000 habitantes, Fuente: (OCDE, s.f.)

Respecto a los resultados de este estudio de la OCDE, la solución a los problemas del sistema de salud del país está en la formación de personal calificado y en la entrega de mayores responsabilidades asistenciales a los profesionales no médicos. Esto implica una nueva forma de entender y enseñar la disciplina, además de aumentar la oferta de docencia en las universidades.

Asimismo, más allá de mantener la alta calidad en docencia e investigación, es necesario asumir las nuevas tendencias sanitarias en el sentido de proveer el mayor

valor sanitario al menor costo posible, esta relación ha sido definida por Porter (Porter M. , 2008) como:

Valor= Resultados Sanitarios /Costo de producir esos resultados.

La investigación enfocada en resolver estos problemas y la formación de estudiantes capacitados para manejar estos desafíos, son oportunidades que se abren para reforzar el liderazgo de la Facultad de Medicina.

1.3.2 Descripción del Problema

Para dar respuesta a las oportunidades de mercado, es necesario que la Facultad reafirme su liderazgo, el que se ha visto amenazado debido a factores de mercado y de sustentabilidad financiera. Una revisión de la producción de distintas unidades académicas, realizada por los directivos de la Facultad arrojó diferencias en la productividad respecto a la cantidad de proyectos adjudicados, publicaciones y tutorías de tesis.

Esta situación detectada implica un problema de productividad entre las unidades académicas debido principalmente a que no existe retroalimentación en los procesos de la Facultad. Por otra parte, no hay un mecanismo formalizado de evaluación de las unidades, esto probablemente ha desincentivado la productividad de investigación, docencia y extensión.

La hipótesis anterior probablemente ha impactado a la Facultad a nivel financiero, la cual anualmente dispone de un presupuesto superior a \$30.000 millones, un 80% de este se destina a las remuneraciones. La distribución del presupuesto para otras operaciones como innovación, incentivos a la investigación, planes de mejoras e inversiones han sido bajos. Por la misma razón, los espacios para el desarrollo de nuevas capacidades son limitados. Esta situación se aprecia en una deuda interna de \$11.851 millones que alcanzó la Facultad en diciembre del 2015, con un incremento esperado de \$3.300 millones para cada año.

Otro elemento no resuelto por la institución es la estructura académica y el cumplimiento normativo de ella. El Reglamento General de Facultades define los lineamientos básicos de la orgánica de la Universidad, entre ellos indica que los departamentos deberían contar con al menos 12 jornadas completas equivalentes anualizadas (*) y a lo menos tres profesores de las dos más altas jerarquías con contrato sobre 22 horas. Al momento del análisis previo, se detectó que solo 19 departamentos cumplen reglamentariamente (38 %), encontrándose departamentos con mucha variabilidad en tamaño y recursos humanos (desde 185 a 4 jornadas completas equivalentes). Este último elemento, hace muy complejo identificar que unidad tiene las mejores prácticas o ejecuta una mayor actividad académica.

1.4 Objetivos y Resultados Esperados del Proyecto

1.4.1 Objetivo General

El Objetivo General de este proyecto es aumentar la eficiencia de las unidades académicas de la Facultad de Medicina, contribuyendo a la toma de decisiones de los directivos de la institución, formalizando un proceso de monitoreo y control, el cual, mediante análisis automatizados establezca acciones correctivas para el mejoramiento continuo de las unidades académicas.

1.4.2 Objetivos Específicos

Para lograr el objetivo general se espera:

Formalizar un proceso de monitoreo y control de las unidades académicas que permita detectar los distintos niveles de eficiencia relativa.

Establecer instrucciones de retroalimentación en función de los resultados obtenidos en los análisis, en busca de apoyar la labor directiva.

Identificar las variables que explican la eficiencia de las unidades académicas, sugiriendo políticas de largo plazo que vayan en línea con aumentar la eficiencia relativa de las unidades.

Sistematizar el conocimiento y los análisis en una aplicación web que ayude en la toma de decisiones.

1.4.3 Resultados Esperados

El cumplimiento de los objetivos expresados debiese conllevar a que la Facultad tenga un mayor conocimiento sobre sus unidades académicas, detectando quiénes lo hacen mejor, quiénes tienen mayores ingresos, investigación y docencia. Esto permitirá facilitar la identificación de prácticas entre las unidades académicas a fin de mejorar la productividad de estas.

Lo anterior irá acompañado de un mecanismo automático de retroalimentación que asigne metas en función de la eficiencia de las unidades, de manera que la frontera de eficiencia mejore constantemente.

Situación Actual	Proyecto
<ul style="list-style-type: none"> • Muchas unidades académicas. ¿Quién lo hace mejor? • No existe un proceso de Monitoreo y Control enfocado en la gestión. • Déficit económico de la Universidad. • No se conoce un modelo a seguir. • No existe gestión orientada a la estrategia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de Monitoreo y Control definido. • Análisis de eficiencia relativa que permita identificar mejores prácticas. • Se conoce quién lo hace mejor => compartir prácticas. • Mecanismo retroalimentación automático. • Asignación de metas de eficiencia a las unidades. (Holguras) • Subir constantemente la frontera de eficiencia.

Ilustración 6: Situación actual y proyecto.

1.5 Alcance

El proyecto busca formalizar el proceso de monitoreo y control de unidades académicas, midiendo la eficiencia relativa de las unidades y estableciendo reglas de acciones correctivas para apoyar la toma de decisiones a nivel directivo de la Facultad.

Para lo anterior se ha propuesto un ciclo de eficiencia:

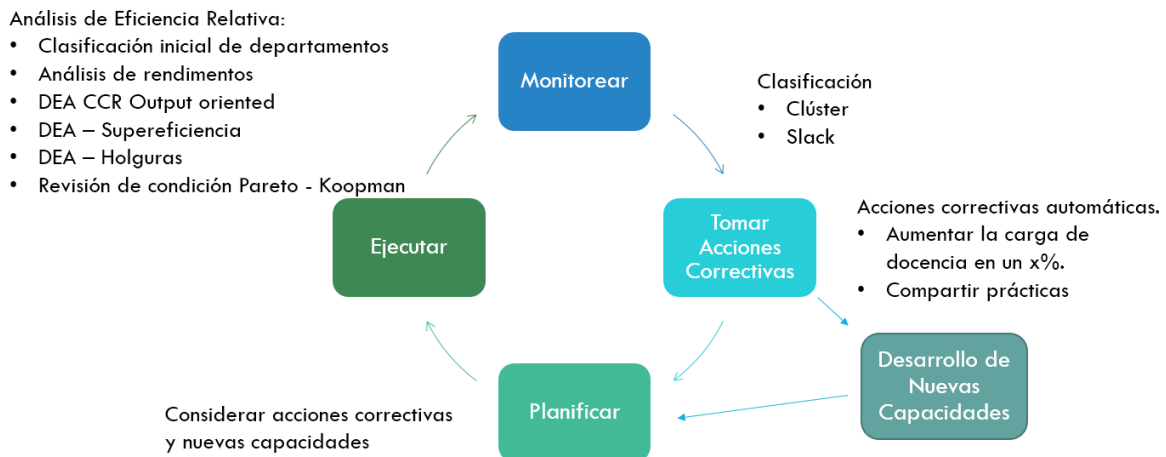


Ilustración 7: Ciclo de eficiencia propuesto. Elaboración propia

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Metodología Ingeniería de Negocios

Tal como indica O. Barros (Barros, Ingeniería de Negocios: Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones TI., 2013) desde fines de la década de los 80 y durante los 90, el enfoque basado en procesos mostró diversos resultados en la aplicación práctica sin producir el cambio y los retornos económicos esperados. A partir del año 2000 se ha producido una maduración del enfoque de procesos en la que empresas han desarrollado iniciativas estratégicas de innovación de sus procesos, relacionados con sus modelos de negocios, que le han generado grandes ventajas desde el punto de vista competitivo. Asimismo, estas instituciones han desarrollado una arquitectura empresarial entendida como una expresión avanzada de la idea de ligar estrategia y modelo de negocio con el diseño detallado del negocio, sus procesos, los sistemas y la tecnología de base.

Desde este punto de vista, existe un gran potencial de productividad en los distintos sectores en el país. Esta productividad puede lograrse con el uso de mejores prácticas de trabajo y el uso de procesos estandarizados altamente automatizados, estas situaciones sumadas al impacto de las tecnologías de información en la productividad entregan una enorme oportunidad para la Ingeniería de Negocios.

La publicación indica que un estudio de Mckinsey, en asociación con *la London School of Economics* (Mackinsey, 2004) efectuado a 100 empresas de Europa y Estados Unidos, midió el efecto de cambios de prácticas de gestión y el uso de las Tecnologías de Información (TI) en ellas, concluyendo que las empresas que mejoraban sus prácticas con apoyo TI obtenían incrementos en la productividad del orden del 20%. El estudio muestra una evidente asociación entre la mejora de prácticas en los procesos y un buen soporte de TI, justificando la necesidad de diseños de procesos de negocios integrales.

Bajo esta motivación, la arquitectura empresarial y el uso de las tecnologías de información tienen importantes implicancias en el cambio organizacional. En este sentido, las TI permiten que las prácticas y los procesos de negocio se internalicen en un sistema computacional que orienta, norma, apoya y coordina a las personas que lo ocupan.

2.1.1.1 La ingeniería de Negocios

La metodología de Ingeniería de Negocios se resume en distintos pasos, comenzando en aspectos estratégicos y terminando en elementos operativos del producto o servicio.

Los dos primeros pasos determinan el posicionamiento estratégico que se persigue y el valor que se proveerá a los clientes en el modelo de negocios, lo anterior

determina ciertas capacidades necesarias para operacionalizar la estrategia. El posicionamiento estratégico se basa en los trabajos realizados por M. Porter (Porter M. , 1996) y Hax (Hax, 2010), y consiste en la identificación de planes estratégicos que sigue la organización. El modelo de negocios se refiere a la descripción de la manera en que la empresa pretende llevar a cabo sus planes Ostelwalder (Ostelwalder, 2010).

Luego se ejecuta el diseño de negocio y la arquitectura empresarial, para lo cual se aterriza el modelo de negocio la definición de la arquitectura empresarial a utilizar. Una vez seleccionada y diseñada, se realiza el diseño detallado de procesos en base a los Patrones de Procesos de Negocios (O. Barros, 2011).

El siguiente paso es el diseño de apoyo TI a los procesos establecidos previamente, se utilizan herramientas para diseñar e implementar estos elementos (UML, programación en base a objetos).

Por último, en la Construcción, Implementación y Operación se llevan a la práctica los diseños detallados y las TI. Esta situación presenta un desafío técnico (buenas herramientas), pero más importante, es el desafío de gestión del cambio el que determina el éxito o fracaso al implementar un nuevo proceso que modifica las prácticas de las personas.



Ilustración 8: Ingeniería de Negocios. Fuente: Elaboración propia

2.2 La Eficiencia y el Análisis Envolvente de Datos

Farrel, M. J (Farrel, 1957) fue uno de los primeros en investigar de manera sistemática el concepto de eficiencia y establecer una guía para su medición. En este proyecto se presenta una técnica basada en sus ideas con el objeto de medir la eficiencia productiva de las unidades académicas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

La técnica se trata de una metodología no paramétrica desarrollada inicialmente por Charnes, Cooper y Rhodes (Charnes, 1978) llamada Análisis Envolvente de Datos (En inglés DEA: Data Envelopment Analysis).

Desde la metodología se puede precisar una frontera tecnológica basada en unidades productivas que realizan las mejores prácticas en relación con las otras. De esta manera, se establece una frontera de eficiencia a través de la cual es posible definir medidas de eficiencia productiva, sobre la base del cálculo de distancias que se miden entre cada unidad productiva y dicha frontera.

Tal como indica Sherman, D. y Shu, Y (Sherman, 2013), el Análisis Envolvente de Datos puede ser un componente importante para entender la eficiencia real de una organización de servicios, ya que, siendo una metodología objetiva, permite evaluar la eficiencia real con un análisis multivariable permitiendo a las organizaciones tomar mejores decisiones.

2.2.1 La productividad

Las decisiones tomadas sobre la base de criterios económicos recaen en determinar combinaciones de canastas de insumos que se utilizarán para producir distintas combinaciones de productos finales. Esta decisión se debería tomar a partir de algún criterio que defina el nivel de desempeño de las distintas opciones posibles apreciando dos objetivos distintos para medir la productividad:

1. Producir tanto como sea posible dados los niveles de insumos disponibles.
2. Utilizar la menor cantidad de recursos posibles al transformarlos en productos.

En términos generales se entiende por productividad la relación entre los productos y los insumos. Tradicionalmente se mide mediante la relación entre la creación de valor agregado (Y) y el valor de los factores productivos (x_i) involucrados en el proceso, definiendo medidas de productividad parciales (PP) que a la vez definen las totales (PT).

$$PP_i = \frac{Y}{x_i} \quad \forall i, \text{ factor o insumo}$$

$$PT_i = \frac{Y}{\sum_{i=1}^n \alpha_i x_i}$$

Siendo α_i un ponderador (por ejemplo: los precios relativos al producto).

La teoría económica neoclásica utiliza la función de producción para medir la productividad de un agente económico, la cual entrega el producto máximo que se puede obtener a partir de insumos que se utilizan lo más eficiente posible, es decir, la función de producción cumple el rol de ideal teórico.

De esta forma, medir la eficiencia implica comparar el valor agregado generado por una unidad de producción, con el valor agregado que define la función de producción a los mismos niveles de utilización de los insumos o factores. Para esto existe una aproximación tradicional para realizar este cálculo, el método de la frontera de producción estocástica.

El Análisis Envolvente de Datos basándose en programación lineal ofrece una alternativa no paramétrica para calcular la productividad total de factores.

2.2.2 La eficiencia

Farrell plantea a la eficiencia productiva y a los índices de eficiencia técnica desde una perspectiva real no ideal, donde cada unidad de producción es evaluada en relación con otra tomada de un grupo representativo y comparable basado en el concepto de “*benchmark*” o referenciación. Así los valores de las eficiencias son relativos y no absolutos; por tanto, dichos valores corresponden a una expresión de la desviación respecto a las unidades consideradas como más eficientes dada la información disponible.

Es posible definir tres medidas de eficiencias considerando un conjunto de unidades productivas comparables entre sí que emplean el **mismo tipo de insumo o factores** para producir una canasta de productos similar o equivalente. Estas unidades se definen como “*Unidades de Toma de Decisiones*” (DMU: “*Decision Making Units*”).

Eficiencia Técnica: Implica obtener el máximo nivel de producción dados ciertos niveles en el uso de los insumos o factores.

Eficiencia de asignación: Se refiere a la habilidad de usar los insumos o factores en proporciones óptimas (dados sus precios)

Eficiencias de escala: Se manifiesta según la naturaleza de los rendimientos a escalas de cada unidad.

Si se conociera la frontera de producción eficiente sería posible calcular índices que cuantifiquen los tres tipos de eficiencias.

Para el caso de la eficiencia técnica, es decir, analizando cuanto se puede reducir el uso de los insumos sin alterar las cantidades producidas; se podría diagramar considerando la producción de un producto con dos insumos o factores.

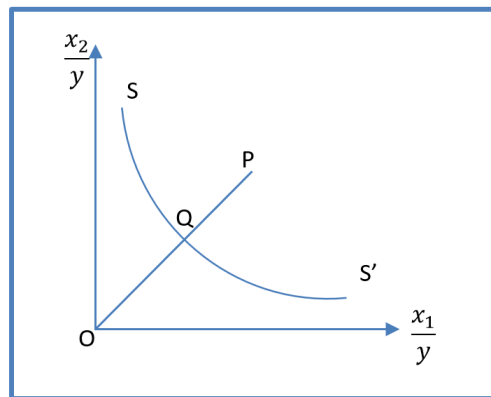


Ilustración 9: Curva de Eficiencia Orientada en Insumos. Fuente: Elaboración propia

En este caso (Ilustración 9) la curva SS' representa las combinaciones de insumos x_1, x_2 necesarios para producir una unidad de producto en condiciones de máxima eficiencia. Cualquier DMU que utilice combinaciones de insumos que se encuentre por encima de la curva sería considerada como menos eficiente (Por ejemplo, el punto P). Si se mide la distancia entre P y Q se tendría una medida de cuanto se puede reducir el uso de insumos, sin alterar la producción, y calcular el índice de eficiencia técnica.

QP: Cantidad en que puede reducirse equiporcionalmente los insumos sin reducir el output

$\frac{QP}{OP}$: Porcentaje en que puede ser reducido el uso de insumos

$ET_1 = \frac{OQ}{OP} = 1 - \frac{QP}{OP} \in [0,1]$: Mide el grado de eficiencia técnica de la DMU

2.2.3 El Análisis Envolvente de Datos

El gráfico anterior (Ilustración 9) parte del supuesto de que se conoce la función de producción y la frontera de producción en condiciones de eficiencia óptima. Farrell plantea recurrir al uso de cónicas o polígonos convexos para construir las fronteras de eficiencia en forma no paramétrica y partiendo de la información disponible del comportamiento de las DMU comparables. La forma de generar estas isocuantas eficientes es mediante la construcción de DMU virtuales que se ubican en algún punto entre el segmento definido por dos DMU eficientes relativas. Por ello, la eficiencia se mide a partir de la estimación de la frontera de las mejores prácticas productivas reflejadas en la información disponible (NU. CEPAL. División de Estadística y Proyecciones Económicas, 2007). Estimado y ubicando DMU virtuales a partir de DMU óptimas relativas.

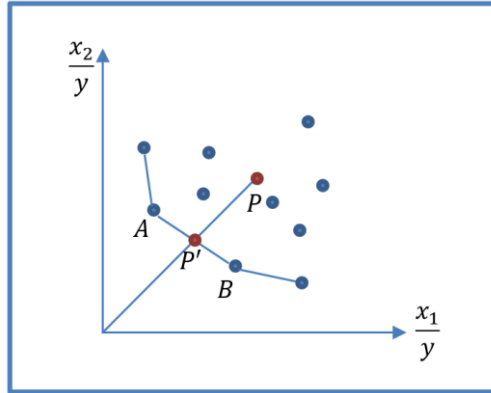


Ilustración 10: Construcción de Frontera de Eficiencia Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico (Ilustración 10) se puede ver a la DMU virtual P' generada para comparar a la DMU no eficiente P.

En 1978, Charnes et al, generalizaron la propuesta de Farrell con un modelo matemático no paramétrico, este modelo construye una frontera de eficiencia técnica en base a insumos y productos (Charnes, 1978).

El Análisis Envolvente de Datos es una técnica basada en programación matemática que dada una DMU permite identificar aquellas otras que sirven para construir la DMU virtual con la que se comparará la unidad del análisis.

2.2.3.1 Formulación Matemática

Sean N DMU que componen la muestra de información, si se analiza la situación de la f-ésima DMU (Schuschny, 2007):

Supongamos que el proceso de producción es tal que se basa en la utilización de n insumos o factores para producir productos. Así la f-ésima unidad utiliza la canasta de insumos $x'_f = x_{1f}, \dots, x_{nf}$ para producir $y'_f = y_{1f}, \dots, y_{mf}$ con $x_f \in \mathbb{R}^{nx1}$, el vector de insumos con $y_f \in \mathbb{R}^{mx1}$, el de productos

El problema consiste en encontrar los “precios sombras” o ponderadores $u'_f = (u_{1f}, \dots, u_{nf})$ y $v'_f = (v_{1f}, \dots, v_{mf})$ que hacen máxima la productividad total media de la DMU f, sujeta a la restricción de que en ningún caso la productividad media de cualquier otra de las N DMU pueda superar la unidad.

$$\max_{v, u} \left\{ PTme_f = \frac{\sum_{j=1}^m v_{jf} y_{jf}}{\sum_{i=1}^n u_{if} x_{if}} = \frac{v'_f \cdot y_f}{u'_f \cdot x_f} \right\} \text{ sujeta a:}$$

$$\frac{\sum_{j=1}^m v_{jf} y_{jz}}{\sum_{i=1}^n u_{if} x_{iz}} = \frac{v'_f \cdot y_z}{u'_f \cdot x_z} \leq 1 \quad \forall 1 \leq z \leq N ;$$

$$u_{if} \geq 0 \quad \forall 1 \leq i \leq n ; \quad v_{jf} \geq 0 \quad \forall 1 \leq j \leq m$$

La función objetivo no es lineal, lo cual puede complicar el cálculo del óptimo. Además, existen infinitas soluciones quedando el problema invariante, para simplificar se utiliza un valor de k que sea:

$$k \equiv \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_{if} x_{if}}$$

De manera de poder eliminar el denominador de la función objetivo, lo que equivale a agregar una restricción adicional al problema de optimización:

$$\sum_{i=1}^n u_{if} x_{if} = u'_f \cdot x_f = 1$$

Quedando el problema de optimización como:

$$\begin{aligned} \max_{\nu, \mu} \mu'_f \cdot y_f \quad \text{sujeta a:} \\ \nu'_f \cdot x_f = 1, \\ \mu'_f \cdot y_z - \nu'_f \cdot x_z \leq 0 \quad 1 \leq z \leq N, \\ \mu \geq 0, \quad \nu \geq 0 \end{aligned}$$

Ahora se dispone un problema de optimización lineal estándar. Observando al dual se tiene:

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \theta \quad \text{sujeta a:} \\ -y_f + Y \cdot \lambda \geq 0 \quad \text{con } Y \in \mathbb{R}^{m \times N}, \\ \theta \cdot x_f - X \cdot \lambda \geq 0 \quad \text{con } X \in \mathbb{R}^{n \times N}, \\ \lambda_j \geq 0 \quad 1 \leq j \leq N \quad \lambda \in \mathbb{R}^{N \times 1} \end{aligned}$$

2.2.4 Construcción teórica y revisión de la literatura

El Análisis Envolvente de Datos ha sido ampliamente utilizado para determinar la eficiencia relativa de unidades académicas. Estos estudios pueden clasificarse en dos tipos (Nur Azlina Abd Aziz, 2012).

El primero mide la eficiencia de las diferentes universidades, por ejemplo, Abbot y Doucouliagos (Abbott C., 2003) estudiaron la eficiencia técnica y de escala de 36 universidades estatales australianas usando DEA. Los factores de producción utilizados fueron el número de alumnos equivalentes a tiempo completo, el número de matrícula de estudiantes de pregrado y postgrado, el número de títulos de pre y postgrado otorgados. Por otra parte, los insumos utilizados fueron: el personal académico en jornadas completas equivalentes, el personal no académico y los gastos de los costos laborales. Otro caso, es la medición de la eficiencia técnica de las instituciones de educación superior de Inglaterra realizado por Johnes y Jones

(Johnes, 2006), quienes usando técnica de *bootstrapping* mostraron que la diferencia entre las instituciones eficientes e ineficientes fue significativa.

Otro ejemplo de esta clasificación es el análisis de Fleggs et al. (Flegg, 2003) que buscaba medir la eficiencia técnica de 45 universidades británicas, el foco fue medir el cambio de productividad en el tiempo; para lo cual ocuparon DEA y el método Malmquist. En Grecia Katharaki y Katharakis (Katharaki, 2010) utilizaron el DEA para determinar la eficiencia técnica de 20 universidades públicas; por ello, utilizaron dos recursos: la docencia y la investigación. En Chile, Ramírez-Correa et al. (Ramírez-Correa, 2012) utilizaron el DEA para evaluar la eficiencia de las universidades chilenas.

El segundo tipo de estudios que utiliza el DEA es la medición de eficiencia de los departamentos académicos de las universidades. En India Tyagu (Tyagi, 2009) evaluaron la eficiencia técnica y de escala de los 19 departamentos de una universidad, en ellos realizaron análisis de sensibilidad para probar la solidez de los resultados de eficiencia. En España, Martín (Martín, 2003) determinó la existencia de diferencias entre los departamentos de las diferentes áreas de una universidad española. Otro análisis, fue el realizado por Kao y Hung (Kao, 2008) quienes aplicaron el DEA para evaluar la eficiencia relativa de los departamentos académicos de la Universidad Nacional Cheng Kung de Taiwán, en este caso aplicaron análisis de conglomerados para clasificar a los departamentos en grupos con características similares y limitando la selección de pesos en función de información entregada por los administradores.

Los análisis relativos al segundo grupo son los que aplican metodológicamente en este caso, además de los ya mencionados, se describirán en detalles otros análisis que permiten definir la metodología de este trabajo.

2.2.4.1 Análisis de Eficiencia de Departamentos Universitarios: Un Estudio Empírico

Chiang Kao y Hsi-Tai Hungb (Kao, 2008) detectaron un caso muy similar al detectado en la Facultad de Medicina: la motivación del estudio es que en Taiwán los subsidios de gobierno se habían reducido durante los últimos años, lo que desencadenó en que el uso de los recursos de manera eficiente se transforme en una cuestión importante para los administradores universitarios. Aplicaron el Análisis Envoltante de Datos para evaluar la eficiencia relativa de los departamentos académicos de la Universidad Nacional Cheng Kung, para esto se descompusieron la eficiencia ayudando a identificar las áreas débiles donde se debe dedicar más esfuerzo para que mejore el departamento.

Outputs:	Inputs:
<ul style="list-style-type: none"> • Docencia: Créditos por alumnos. • Investigación: Número de publicaciones. • Subvenciones: Ingresos recibidos por donaciones o ingresos externos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Personal: Jornadas Completas. • Gastos: Dinero gastado por le departamento. • Infraestructura: metros cuadrados de infraestructura

Ilustración 11: Insumos y productos de análisis de eficiencia de departamentos universitarios

Bajo el supuesto que algunos departamentos no podrían alcanzar niveles ideales por la labor que realizan, se realizó un análisis de clasificación en función de los pesos obtenidos en el DEA, para sugerir mejoras, este análisis constó de dos partes:

1. Método de mínima varianza de Ward para hallar los grupos preliminares en la distribución de los componentes.
2. La segunda etapa fue usando el método k-means para los cuatro grupos identificados con la clasificación jerárquica.

El análisis realizado entregó los siguientes resultados:

- La Facultad de Medicina consume la mayor cantidad de recursos en relación con los productos obtenidos.
- La Facultad de Ingeniería consume muchos recursos justificados por la mayor cantidad de outputs que genera. (Más eficiente).
- Los resultados indican qué departamentos debieran mejorar, mejoras que pueden producirse aumentando los productos o disminuyendo los insumos.

2.2.4.2 Desempeño relativo de departamentos académicos usando DEA con análisis de sensibilidad

Preeti Tyagi (Tyagi, 2009) indica que el proceso de liberalización y globalización de la economía de India trajo nuevas oportunidades y retos en todos los ámbitos de la actividad humana, incluyendo la educación, esto implicó que las instituciones educativas tuviesen que adoptar nuevas estrategias para hacer el mejor uso de las oportunidades y contrarrestar los desafíos. Por esto, planteó la evaluación de la eficiencia de 19 departamentos del IIT Roorkee (India), a través del Análisis Envoltante de Datos (DEA).

Para lo anterior calculó un indicador de eficiencia técnica con el DEA, luego proyectó los inputs y outputs sugeridos para que departamentos ineficientes llegaran a la frontera de eficiencia y evaluó los distintos outputs por separado utilizando un análisis de sensibilidad.

Este análisis utilizó como factores el staff académico, de no académicos, y el costo operacional de los departamentos. El total de estudiantes inscrito fue descrito considerando a los estudiantes de pregrado y postgrado de distinta manera:

Total de estudiantes inscritos = Total de estudiantes de pregrado + 1,3 total de estudiantes de magíster + 2 total de estudiantes de doctorado.

Los productos fueron descritos como el total de estudiantes inscritos, el índice de progreso y el índice de investigación. El índice de progreso implicó agregar una nueva variable en función de los tipos de departamentos (docencia e investigación), lo que permitía clasificarlos previamente. Por otra parte, el índice de investigación se describió de la siguiente manera:

Índice de Investigación = Número de artículos en revistas del departamento.
+ 0.5 Número de documentos en conferencias para el departamento.
+ 1.2 Número de proyecto de investigación llevado por el departamento.
+ 0.7 Número de conferencias organizado por el departamento.
+ 0.3 Número de conferencias a la que asistieron miembros de la facultad del departamento.

Los resultados obtenidos por este análisis fueron variados:

- Se realizaron 4 evaluaciones: Global, Investigación, Docencia y “Desempeño”. Usando 10 modelos, cambiando entradas y salidas.
- Entre todos los modelos, la media más alta (0,9157) y la más baja desviación estándar (0,1644) en la eficiencia técnica se reportan para el Modelo-1 (Global). Por lo tanto, el rendimiento global es satisfactorio para todos los departamentos.
- El producto más significativo con la eficiencia es el número de grados académicos de PhD adjudicados. (Progress)
- Para las evaluaciones de rendimiento general, los departamentos de: Química, HSS, Estudios y Gestión Matemáticas fueron un buen ejemplo a seguir por los departamentos ineficientes a fin de controlar y mejorar su desempeño.
- La evaluación general de rendimiento es buena para todos los departamentos científicos. Otros departamentos necesitan mejoras en sus ocupaciones.
- Sólo Biotecnología, Química, Ingeniería Civil e Hidrología son departamentos eficientes en todas sus áreas de investigación.
- Todos los demás departamentos deben prestar atención a los trabajos de investigación.
- Para todos los departamentos, es esencial centrarse en número de PhD. grados otorgados y la cantidad de estudiantes de doctorados inscritos.

- Algunos departamentos no están utilizando con eficacia su personal (tanto académico y no académico) para algunas actividades específicas relacionadas a la investigación y la enseñanza.

2.2.4.3 Evaluación DEA multiperiodo para la investigación en el ámbito académico

Sohn y Kim (So Young Sohn, 2012) realizaron un estudio que tiene por motivación la consideración de que varios tipos de sistemas de incentivos que son utilizados por muchas empresas y organizaciones para un mejor rendimiento. Sin embargo, a pesar de la demanda de los sistemas de incentivos justos, esos sistemas no se han establecido y operado bien en el mundo académico.

Por lo general se usan mecanismos de medición que ignoran los inputs y se centra en el rendimiento en el corto plazo. La evaluación actual sería injusta debido a que subestima a las unidades que tienen menos inputs. Es decir, los bajos logros de unidades con pocos recursos.

En términos metodológicos buscaron clasificar las DMU en orden de productividad, más allá de encontrar DMU eficientes, para esto utilizaron un DEA con supereficiencia, relajando la restricción de eficiencia menor o igual a 1.

Inputs:	Outputs:
<ul style="list-style-type: none"> • Número de estudiantes asistentes de investigación. • Se define que los otros elementos son fijos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de publicaciones. • Fondos de investigación.

Ilustración 12: Insumos y productos de evaluación DEA multiperiodo para la investigación en el ámbito académico

Para agregar el factor multiperiodo incluyeron la evaluación del último año, la evaluación de un promedio de los tres años y evaluación de una media móvil exponencialmente pesada de las publicaciones del periodo:

$$EWMA_t = \begin{cases} x_1, & t = 1 \\ \lambda x_t + (1 - \lambda)EWMA_{t-1}, & t \geq 2 \end{cases}$$

Se define Lambda como 0,6.

Entre los resultados se encuentran:

- Los elementos analizados no son suficientes para evaluar el rendimiento de la investigación y a los profesores. El propósito es encontrar maneras de diagnosticar los problemas del sistema actual de incentivos existentes en el mundo académico.
- Ignoran el tamaño de los inputs que afectan los outputs. El DEA muestra que existen cambios de rendimiento en la evaluación cuando se cambia el tamaño de los inputs.
- Los sistemas existentes se basan en evaluaciones de corto plazo, sobre todo de base anual. El análisis por periodo demostró que el desempeño de los profesores que han tenido buenos resultados constantemente es aún más eficiente que el de los profesores que no habían funcionado bien. Dado que poseían *outputs* mayores a los esperado solo durante 1 año.

2.2.4.4 Análisis comparativo de eficiencia de los departamentos de una universidad: Enfoque DEA

Abd Aziz et al. (Nur Azlina Abd Aziz, 2012) planteó que, para las universidades públicas, la rendición de cuentas debe estar siempre asegurada puesto que sus fondos provienen de las contribuciones. Por lo mismo, el grado de eficiencia con el que usa los recursos una universidad es una pregunta importante. Resolverla tiene la dificultad de medir la eficiencia debido a los múltiples insumos y productos que dispone la Universidad.

Para lo anterior utiliza el DEA CCR orientado a los inputs:

Inputs:	Outputs:
<ul style="list-style-type: none"> • Número de personal académico anual. • Número de personal no académico anual. • Gastos de funcionamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Número de graduados por año. • Fondos recibidos para la investigación. • Número total de publicaciones.

Ilustración 13: Insumos y productos de análisis comparativo de eficiencia de los departamentos de una universidad

Para investigar la eficacia de los servicios con diferentes dimensiones, se definen cuatro modelos con diferentes combinaciones de insumos y productos.

Table 1: Proposed DEA Models

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Inputs	✓	✓	✓	✓
Academic staff	✓	✓	✓	✓
Non-academic staff	✓	✓	✓	✓
Operating expenses	✓	✓	✓	✓
Outputs				
Total number of graduates	✓	✓	✓	
Total amount of research grant	✓	✓		✓
Total number of publications	✓		✓	✓

Tabla 1: Resultados Modelos DEA Propuestas. Fuente: (Nur Azlina Abd Aziz, 2012)

Los resultados obtenidos por este estudio se resumen en que:

- Los departamentos basados en ciencias sociales, en promedio, tienen un mejor desempeño que los departamentos basados en ciencias.
- Con los cuatro modelos, para la mayoría de los departamentos los índices de eficiencia variaban mostrando la sensibilidad del DEA respecto al número de entradas y salidas.
- Se podrían identificar más unidades eficientes si existen más variables consideradas en el análisis.
- Todos los departamentos realizaron, a nivel satisfactorio, la docencia (graduados); la limitación se encuentra en la investigación.
- Departamentos eficientes -> Referencia para los no eficientes.
- Estos hallazgos son útiles e importantes para los administradores de la universidad y los responsables políticos. Esta información puede ayudar en la toma de decisiones y en la gestión de los recursos.

2.2.4.5 Costo eficiencia en la universidad: Un modelo de evaluación departamental

Giménez y Martínez (Víctor M. Giménez, 2006) presentaron un modelo de análisis de costo eficiencia usando el DEA, la motivación del estudio fue que el entorno en el que operan las universidades españolas había cambiado significativamente desde 2001, cuando la Ley Orgánica de Universidades introdujo reformas en el sector. La mejora de la calidad se transformó en requisito prioritario, y esto, unido a las limitaciones presupuestarias, se ha traducido en un marco más complejo en que las universidades operan. Esto implicó una necesidad de nuevos instrumentos administrativos capaces de proporcionar a las instituciones las herramientas para la asignación de los escasos recursos económicos de manera más eficiente entre los departamentos.

En este estudio, se propuso un instrumento para la evaluación del departamento en términos de costes que se pueden utilizar para determinar los objetivos de mejora tanto en los costos, la producción y en los niveles de calidad.

Para lo anterior se definen los siguientes inputs y outputs:

Outputs:	Inputs:
<ul style="list-style-type: none"> • Segmentos de investigación: Cantidad de Publicaciones y Cuartil por departamentos. Indicador específico determinado por el gobierno español. • Carga de docencia: Créditos por curso por departamento. • Calidad de la enseñanza: Encuesta docente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gasto temporal en personal: Gasto en personal contratado para docencia e investigación específica y con tiempo limitado. • Gastos operativos: Mantenimiento de equipos, oficina, etc. • Gasto permanente en personal: Considera el personal permanente como “funcionario público” con un contrato de por vida.

Ilustración 14: Insumos y productos del modelo de evaluación departamental

Los principales resultados obtenidos por este análisis se resumen en:

- Los insumos permanentes son causantes de un exceso de costo (o ineficiencia) de un 10,90% en promedio.
- Los factores de corto plazo (operativos) son causantes del 2,56% en promedio.
- Esto sugiere que las mejoras deben centrarse en la estructura y no deben ser tratadas como un problema de corto plazo.
- En los departamentos eficientes el personal temporal es formado principalmente por profesores con la esperanza de consolidar su carrera profesional en la Universidad. Se aprecia que el 68,97% de los agentes temporales están a tiempo completo, mientras que en los ineficientes es de aproximadamente un 50%. (Concentración de la jornada).
 - La prueba de Mann-Whitney confirma que la diferencia entre ambos cálculos es estadísticamente significativa con un p-valor de 0,043

La mayoría de los casos presentados se relaciona en alguna medida con el estudio en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, por una parte, se encuentran las reformas políticas, económicas y legales que obligan a las instituciones públicas a reducir sus costos y aumentar su eficiencia. Además de la complejidad que implica realizar un análisis de eficiencia con múltiples insumos y productos.

CAPÍTULO 3: PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO Y MODELO DE NEGOCIOS

3.1 Posicionamiento Estratégico

En la búsqueda de ventajas competitivas es necesario desarrollar actividades diferentes a la competencia desde una perspectiva innovadora.

Actualmente la Facultad de Medicina ofrece el mejor producto en cuanto a investigación, docencia y extensión; diferenciándose en la calidad de sus académicos, el nivel de sus estudiantes y su compromiso con el país.

Existe una identificación con servir a la sociedad (segundo cliente), obteniéndose constantemente conocimiento de las necesidades sanitarias del país, ejemplos de esta situación son las actividades que realiza el Instituto de Salud Poblacional que trabaja en la elaboración de políticas sanitarias para el país.

Si se usa el modelo de delta de Hax (Hax, 2010) para el posicionamiento estratégico, la Facultad de Medicina se ubica entre mejor producto y solución integral con el cliente (Ilustración 15).

Las oportunidades de mercado y los problemas de política pública sanitaria que existen en el país como el déficit de especialistas y el auge de las enfermedades crónicas obligan a la Facultad a entender estas necesidades y, por lo tanto, ejecutar programas de formación e investigación que estén orientados a resolver tales necesidades.

Bajo esta perspectiva es importante considerar desde el punto de vista del posicionamiento estratégico, la necesidad de alcanzar una mayor integración con su cliente, en particular la sociedad. Así, la formación de médicos debiera enfatizar la prevención y potenciarlas especialidades con mayor brecha en el país. De la misma forma, la investigación académica debiera comenzar a desarrollar conocimiento para prevenir las enfermedades masivas.

Lo anterior se traduce en la necesidad de evolucionar los servicios de la Facultad de Medicina avanzando en el posicionamiento estratégico, hacia la solución integral al cliente lo que implica que es necesario conocerlo completamente para mejorar el funcionamiento de la institución, sin descuidar el posicionamiento de buen producto.

Según lo anterior, es prioritaria la evolución de los servicios de la Facultad de Medicina para avanzar en el posicionamiento estratégico con el objeto de alcanzar una solución integral al cliente. Esto, implica conocerlo para potenciar el funcionamiento de la institución, sin descuidar el posicionamiento de buen producto.

Esta definición implica plantear un modelo de negocios coherente y que permita realizar dicho tránsito. En una primera fase, la Facultad se debe enfocar en mejorar

las capacidades internas definiendo nuevas posibilidades que se incluyan en la cadena de valor, que permita crear condiciones en el mediano plazo y que desarrolle innovación para entregar respuestas a los problemas mencionados.



Ilustración 15: Modelo Delta de Hax

3.2 Objetivos estratégicos

Actualmente la Universidad tiene un conjunto de objetivos estratégicos, para este análisis han sido modificados de manera de que sean específicos, medibles, alcanzables, orientados a resultados y con un tiempo definido:

1. Impulsar la actividad científica para ser reconocida como la mejor Universidad del país, doblando las publicaciones académicas en cuatro años.
2. Fortalecer la vinculación con el medio y el dialogo con la sociedad aumentando en un 10 % anual el desarrollo de proyectos de extensión y vinculaciones con instituciones externas en cinco años.
3. Disponer de un cuerpo académico robusto y autónomo logrando una masa crítica mínima de 12 JCEA en todos los departamentos en cuatro años.
4. Perfeccionar la gestión universitaria eliminando el déficit financiero en tres años.
5. Convocar y formar a los mejores talentos jóvenes en las áreas que la Facultad cultiva atrayendo al 20% de los mejores puntajes.

Desde la perspectiva financiera es necesario resolver el déficit existente de 10.000 millones y que aumenta en orden de los 3.300 millones de pesos anuales, lo que implica la necesidad de perfeccionar la gestión universitaria en ámbito administrativo y académico.

Desde el punto de vista de los clientes es importante asegurar la calidad de la docencia y fortalecer la vinculación con la sociedad. En particular una propuesta podría ser aumentar los proyectos innovadores de extensión, en un 10 % anual, por cinco años. En este sentido es necesario dar respuesta a las oportunidades identificadas y generar nuevos desarrollos que resuelvan los problemas de los clientes.

En los procesos internos se deben desarrollar actividades que permitan monitorear la actividad académica, administrativa y financiera a fin de que retroalimenten la gestión con medidas de rápida aplicación. Por otra parte, se deben generar mecanismos para desarrollar innovaciones de alto impacto, necesarias para mantener y aumentar la diferenciación en la industria.

Estos elementos deben ser internalizados por los miembros de la comunidad académica.

Bajo la lógica del Balanced Scorecard (BSC), la Facultad de Medicina no contaba con el planteamiento explícito. Con el análisis estratégico se trabajó en el desarrollo del siguiente BSC:

3.2.1 Perspectiva Financiera

- Hacer sustentable financieramente la Facultad.
 - Eliminar en tres años el déficit financiero.
- Optimizar el uso de las horas directas de académicos en la docencia.
 - Disminuir la proporción 3/1 de horas directas con horas indirectas en la docencia y alcanzar la proporción 2/1 en dos años.

3.2.2 Perspectiva del Cliente

- Aumentar la vinculación con el medio y el diálogo con la sociedad:
 - Fortalecer la vinculación con el medio y el dialogo con la sociedad aumentando en un 10 % anual, por cinco años, el desarrollo de proyectos de extensión y vinculaciones con instituciones externas.
- Atraer a los mejores estudiantes a las áreas que cultiva la Facultad:
 - Convocar y formar a los mejores talentos jóvenes en las áreas que la Facultad cultiva aumentando en un 10 %, en dos años, la cantidad de estudiantes pertenecientes al 20 % de estudiantes con mejores puntajes.
- Innovación Curricular:

- Consolidar el proceso de innovación curricular en los próximos tres años, aplicando a las 8 carreras de pregrado revisiones que actualicen las habilidades y competencias de los profesionales.

3.2.3 Perspectiva de Procesos Internos

- Aumentar la actividad científica:
 - Impulsar la actividad científica para ser reconocida como la mejor universidad del país, doblando las publicaciones académicas en cuatro años.
- Disponer del mejor cuerpo académico en las disciplinas de la salud en el país:
 - Disponer de un cuerpo académico robusto y autónomo logrando una masa crítica mínima de 12 JCEA en todos los departamentos en cuatro años.
- Desarrollar un proceso de nuevos desarrollos:
 - Desarrollar en un año un proceso de nuevos desarrollos que permita resolver las oportunidades de mercado existentes.
- Establecer un proceso de monitoreo y control:
 - Establecer herramientas de monitoreo de gestión académica y administrativa en un plazo de dos años. Que permita retroalimentar la gestión y detecte nuevas oportunidades de desarrollo.

3.2.4 Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento

- Mejorar las competencias docentes de los académicos:
 - Formar en educación de ciencias de la salud a la totalidad de los Profesores Encargados de Cursos (No clínicos) en tres años.

3.3 Modelo de Negocios



Ilustración 16: Modelo de Negocios. Fuente: Elaboración Propia.

El modelo de negocios de Osterwalder (Osterwalder, 2010) busca aterrizar el posicionamiento estratégico, en nuestro caso el contexto nacional ha definido con claridad algunas oportunidades que podrían ser aprovechadas para dar respuesta a las necesidades de los clientes. Entre estas oportunidades se encuentra el déficit de profesionales de la salud, lo que hace necesario optimizar el proceso de formación de profesionales y especialistas médicos. Otro aspecto, es el alza sostenida de las enfermedades crónicas que va ligada al aumento de la edad promedio de la población, situación que plantea nuevos desafíos para la salud del país.

La propuesta de valor que permite avanzar en el posicionamiento estratégico es: “Brindar soluciones sanitarias a la sociedad implementando los resultados desarrollados, mediante la investigación, la docencia y la extensión (misión universitaria) formando a los mejores profesionales capaces de aportar al desarrollo del país”. Siendo coherente con el posicionamiento estratégico es necesario inicialmente enfocarse en mejorar las capacidades internas que permitan desarrollar las condiciones para que, en el mediano plazo, generen nuevos productos y servicios que responda a dichas necesidades.

En este sentido, cobra importancia estrechar lazos con los clientes: estudiantes y profesionales de la salud a los que se requiere formar, los actores públicos relevantes y la población expuesta a enfermedades crónicas o que implican un

perjuicio importante al país, a quienes deben estar dirigidas las innovaciones por lo que necesariamente se deben estudiar y conocer muy bien. El objetivo de esta relación es que la Facultad conozca mejor al cliente y, a la vez, sea capaz de transferirle conocimiento que permita mejorar su funcionamiento.

En cuanto a los canales que tiene la Facultad para estrechar estos lazos se encuentran: la docencia donde se pueden enseñar las innovaciones y entregar ventajas competitivas a los estudiantes en comparación con sus pares; la asistencia e investigación clínica a través de sus campus clínicos y los centros de investigación especializados en temas relevantes y muy específicos, como la geriatría o enfermedades crónicas.

Para desarrollar estas innovaciones es necesario reforzar algunos procesos: inicialmente es importante mejorar el funcionamiento respecto del nuevo conocimiento disponible y, por otro lado, es necesario formalizar un proceso de nuevas capacidades que sea alimentado por las necesidades e ideas de mejoras identificadas en la cadena de valor, mediante un proceso de monitoreo y retroalimentación.

Es importante contar con capital humano capaz y estudiantes de alto nivel. Esto implica necesariamente generar mecanismos que permitan mantener a los mejores académicos desarrollando nuevos conocimientos en la institución. Lo que va de la mano con atraer a los mejores estudiantes del país.

Asimismo, la necesidad de resolver los problemas país implican alianzas con actores importantes como el Ministerio de Salud o agrupaciones profesionales. En el ámbito de la investigación, existe una alternativa muy atractiva desde las oportunidades, respecto a soluciones que podrían brindar los académicos de la Facultad de Ingeniería con quienes se podría trabajar en conjunto para generar respuestas a estos problemas.

Finalmente, la estructura de costos debe ser coherente con el desempeño de las unidades académicas, la docencia y las inversiones relacionadas a nuevos proyectos de innovación. Entre los costos más importantes se encuentra el pago de remuneraciones que se relaciona directamente con la investigación. Bajo la lógica del modelo de negocio planteado, los gastos de investigación debieran aumentar en función de buscar soluciones que permitan desarrollar la salud en el país y con esto dar respuesta a la propuesta de valor planteada.

Por el lado de los ingresos, además del ingreso arancelario y de la misma Universidad de Chile, debería existir un nuevo ítem referido al retorno por el aporte social realizado, lo que además ayudaría a reforzar un aumento en la venta de servicios.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 Arquitectura de Procesos

Los Patrones de Arquitectura y Procesos de Negocios (Barros, Ingeniería de Negocios: Diseño Integrado de Servicios, sus Procesos y Apoyo TI, 2016) pueden ser adaptados a cualquier dominio para modelar opciones de configuraciones de procesos. Para el caso de la facultad, los llamados macroprocesos se definen en la Ilustración 13 “Arquitectura de Procesos Facultad de Medicina” divididas en; *Planificación universitaria*, *Desarrollo de nuevas capacidades*, *Generar conocimiento*, *Formación profesional* y *Gestión de recursos habilitadores*

La misión de la Universidad define tres objetivos que se pueden resumir en: Generar conocimiento, formar profesionales y apoyar la educación pública del país. En la Facultad de Medicina estos objetivos se pueden estructurar en dos “Cadenas de Valor” debido a la estructura organizacional, a la forma en que opera y a los distintos clientes que poseen.

La cadena de valor *Generar Conocimiento* tiene como unidad estructural básica a los departamentos que tienen por objetivo responder a las necesidades del país y aportar nuevo conocimiento para el desarrollo de Chile y las disciplinas de la salud, en ellos se adscriben los académicos. Por otro lado, la cadena de valor *Formación Profesional* tiene por estructura básica la escuela, donde se adscriben los estudiantes quienes son formados en las disciplinas de la salud, en este caso los estudiantes son el principal cliente, las escuelas se vinculan con la sociedad ya que para la formación se usa el conocimiento desarrollado por la institución.

El tipo de arquitectura es coordinación y replicación, es decir, es un negocio que tiene varias cadenas de valor que operan independientemente pero que pueden compartir ciertos servicios centrales como la planificación del negocio, el desarrollo de nuevas capacidades y los recursos habilitadores.

El *Desarrollo de nuevas capacidades* es el proceso en que se lleva a cabo la innovación necesaria para que la institución se mantenga competitiva. Actualmente no se encuentra formalizado, ni se dispone de la infraestructura necesaria para este proceso. Estas innovaciones se producen de manera descentralizada y no necesariamente responden a la estrategia definida por la Facultad de Medicina.

La *Planificación universitaria* es desarrollada por el equipo directivo mencionado en la descripción general de la institución. Este equipo es el encargado de definir las estrategias que se materializan en planes y programas.

Finalmente, la macro 4, de *Gestión de recursos habilitadores* implica los procesos de apoyo necesarios para que operen los mencionados anteriormente. En este

sentido se encuentran los recursos humanos, financieros, de infraestructura y materiales.

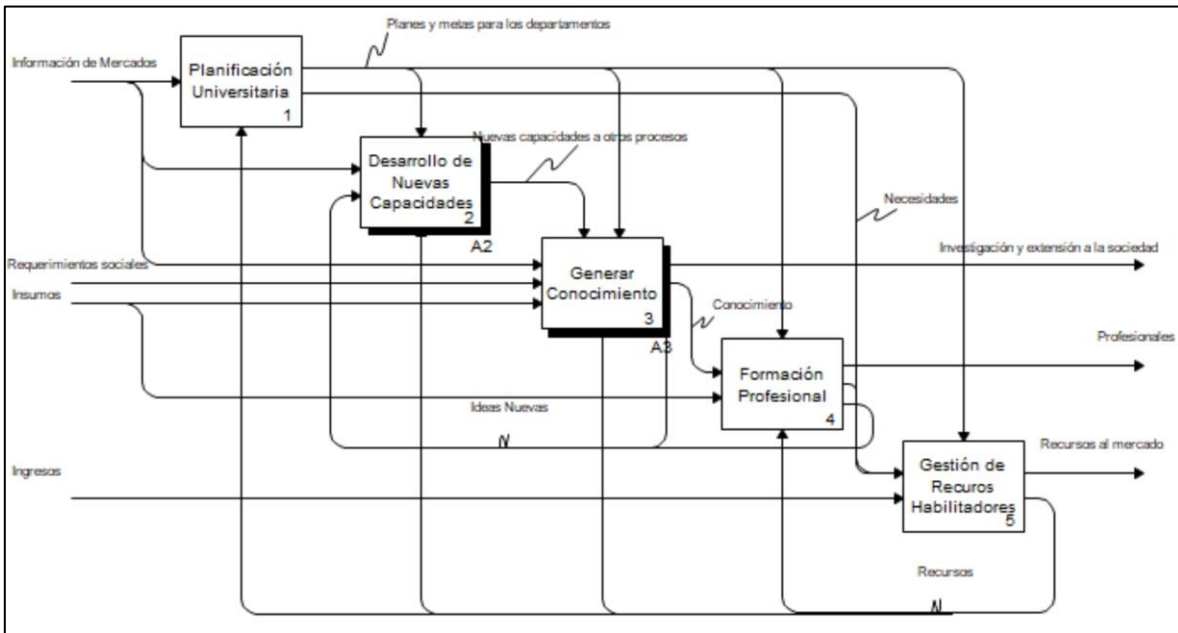


Ilustración 17: Arquitectura de Procesos Facultad de Medicina. Fuente: Elaboración Propia.

La arquitectura de procesos de la facultad representa las funciones de generar conocimiento y formar profesionales como cadenas de valor respectivas. El conocimiento fruto de la investigación de punta es el principal insumo para la formación profesional. Asimismo, existe un ciclo básico de retroalimentación que permite desarrollar algunos proyectos innovadores gracias a ideas que se generan al investigar y al formar profesionales. Sin embargo, tal como se mencionó antes, no existe un proceso formalizado para estos desarrollos. En capítulo 5 se detallará la propuesta de nueva arquitectura que permitirá gestionar eficientemente las actividades académicas, retroalimentar y desarrollar nuevas capacidades.

4.2 Modelamiento Detallado de Procesos

4.2.1 Estructura de Procesos

4.2.2 Cadena de valor Generar Conocimiento y Desarrollo de Nueva Capacidades

El modelamiento detallado de procesos está acotado a los macroprocesos relevantes para el proyecto: la cadena de valor *Generar conocimiento* y en el *Desarrollo de Nuevas Capacidades*. En estos procesos se debieran producir los principales cambios planteados en el rediseño.

En base a lo anterior, en una primera etapa es necesario conocer el desempeño de las unidades para identificar las fallas y generar proyectos de mejora e innovación

de distinto nivel que ayuden a superar las falencias. Por una parte, existirá una retroalimentación que ayudará en la toma de decisiones de gestión y por otra, existirán datos que permitirán elaborar innovaciones de mayor nivel, estableciéndose en proyectos que se transformarán en nuevas capacidades. De estos macroprocesos, solo la cadena de valor cuenta con un proceso formalizado y reconocido de funcionamiento con el que los departamentos desarrollan investigación y extensión.

Es así, como en la cadena de valor *Generar Conocimiento (Ilustración 18)* se reconocen funciones claves como **Administrar la relación con la sociedad** encargada de recibir y procesar los requerimientos sociales y la información que se produce en el mercado para generar planes y lineamientos orientadores de otros procesos. Estos planes bajan como antecedentes para la investigación en *Generación y difusión del conocimiento* y como información de requerimientos de la sociedad a *Administrar relación con hospitales e instituciones clínicas*.

Los actores más importantes con los que se relaciona la facultad son los hospitales y los campos clínicos, ya que juegan un papel muy importante en la investigación, extensión y docencia, estos proveen de pacientes a la institución para desarrollar la misión universitaria. Para lo anterior, existe la Dirección Clínica que se encarga de **Administrar relaciones con hospitales e instituciones clínicas** en la que académicos y estudiantes realizan actividad asistencial. Los campos clínicos corresponden a un importante insumo para la *Generación y difusión de conocimiento*.

Los procesos anteriormente mencionados, entregan los lineamientos para la **Gestión de generación y difusión del conocimiento** donde se desarrolla la programación de actividades y se coordinan los recursos, con el propósito de que la actividad académica se produzca de forma eficiente. Este proceso se realiza a nivel central mediante políticas y metas que define el Equipo Directivo y el Consejo de Facultad, y a nivel departamental, a través de la planificación específica de la investigación y extensión por cada unidad. Esto se traduce en los programas de investigación y extensión que desarrollarán los académicos en sus departamentos respectivos en el proceso de **Generación y difusión del conocimiento**.

Finalmente se encuentra la **Mantenimiento de estado** que actúa como un repositorio de información de los procesos.

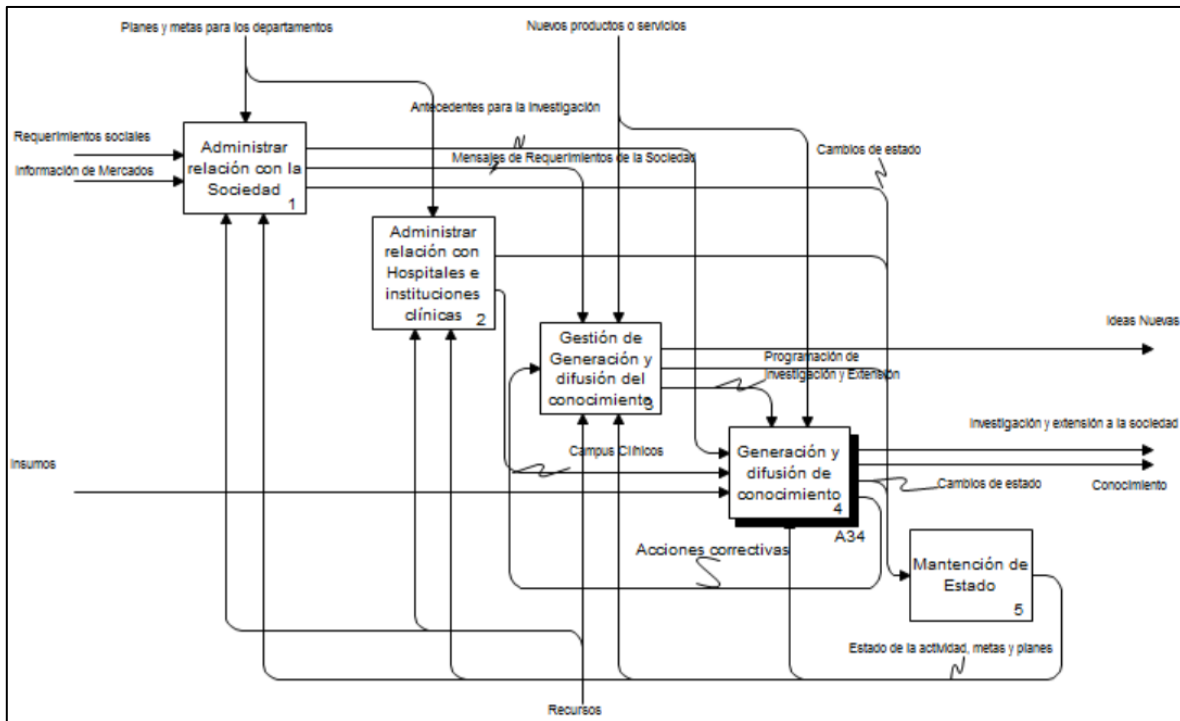


Ilustración 18: Macroproceso Generación de Conocimiento. Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3 Proceso: Generación y Difusión del Conocimiento

El proceso *Generación y difusión del conocimiento* (Ilustración 19) se puede separar en dos actividades: *Generar conocimiento* y *Difundir conocimiento* (producción y entrega).

Generar conocimiento es la actividad encargada de ejecutar la producción universitaria, sigue instrucciones de la programación de investigación y extensión, y recibe antecedentes relacionados a las necesidades sociales e información de los campus clínicos para generar nuevo conocimiento.

El proceso **Difundir conocimiento** se refiere a la función de extensión y vinculación con el medio, el cual se realiza de varias maneras:

1. Atención asistencial.
2. Ventas de servicios: consultorías a unidades especializadas.
3. Capacitación.
4. Políticas Públicas.

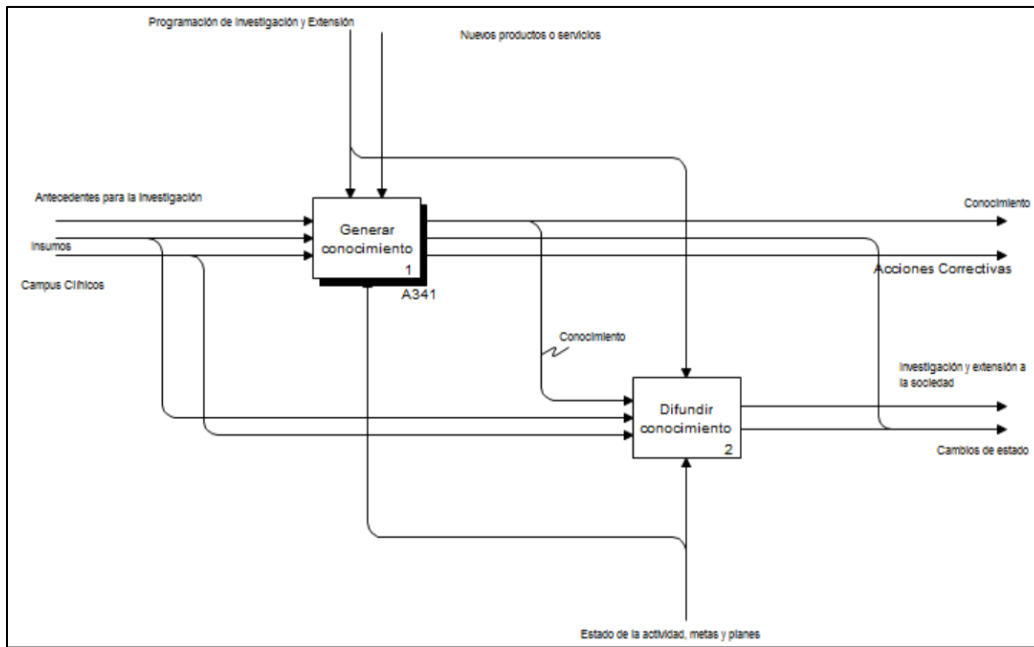


Ilustración 19: Generación y Difusión del Conocimiento (Producción y Entrega). Fuente: Elaboración Propia.

Para fines de análisis es importante mencionar que actualmente este proceso no presenta actividades de monitoreo y control formalizado.

Por otra parte, la Facultad no posee un proceso formalizado de *Desarrollo de Nuevas Capacidades*, las innovaciones que se producen se deben a la actividad de retroalimentación realizada en reuniones del Equipo Directivo en base a información cualitativa de las distintas unidades de la Facultad.

CAPÍTULO 5: PROPUESTA DE DISEÑO DE PROCESOS

5.1 Direcciones de Cambio y Alcance

La propuesta de Rediseño planteado pretende en primer lugar formalizar un proceso de monitoreo y control de la actividad académica, mediante la evaluación del desempeño, la replanificación y mejora de procesos; y en segundo lugar, que estos desarrollos permitan generar innovación de alto impacto en la institución a fin de crear nuevas capacidades.

De esta forma, los aspectos a abordar son: la creación de servicios compartidos, la formalización de un proceso de monitoreo académico y el desarrollo de nuevas capacidades traducidas en aporte académico.

5.1.1 Servicios Compartidos

El levantamiento de procesos detectó la replicación de actividades en la cadena de valor *Generación de Conocimiento y Formación Profesional*. En la situación actual algunas actividades importantes las realizan unidades funcionales distintas, produciéndose confusión y contradicción en la información. Desde este punto de vista, se propone una arquitectura de servicios compartidos que incluya las actividades de administración con clientes y proveedores y, a su vez, establezca dos nuevos procesos: gestión y monitoreo académico, ambos de nivel directivo y de responsabilidad de la Dirección Académica, estos procesos serán los que entregarán lineamientos para la gestión llevada a cabo por los departamentos.

5.1.2 Proceso de Monitoreo Académico

Este proceso analizará el desempeño de las unidades académicas mediante las herramientas que el Análisis Envoltante de Datos (DEA), esto debido a los múltiples insumos y productos que dispone cada departamento; lo que permitirá identificar las unidades ineficientes relativas y ayudar a determinar acciones correctivas para hacerlas eficientes. Este análisis se incluye en los servicios compartidos. A su vez, entregará retroalimentación a la *Gestión de Generación del conocimiento, la Gestión docente y a la Gestión académica*.

Estas acciones correctivas seguirán una lógica específica apoyadas por el Análisis Envoltante de Datos.

5.1.3 Aporte Académico

El análisis de los resultados que obtendrá el proceso de monitoreo académico debiera brindar información de utilidad para el macroproceso *Desarrollo de nuevas capacidades*. Para esto, se plantea lo que en la literatura se conoce como segunda etapa del Análisis Envoltante de Datos (Hoff, 2007), con el propósito de determinar que variables externas al modelo pueden explicar la eficiencia. El objetivo es establecer proyectos de cambio estructural que se transformen en políticas o

nuevas capacidades, orientando el desarrollo de las iniciativas de la Facultad hacia una mayor productividad.

5.1.4 Alcance

En base a las direcciones de cambio antes mencionadas, hay varios procesos que formalizar como servicios compartidos, el primero de ellos es el *Monitoreo Académico* que entrega datos en tiempo real y acciones correctivas de corto plazo que retroalimentan la *Gestión Académica* y controlan la ejecución de las actividades de los departamentos.

A su vez, se formalizan los procesos de gestión y planificación a nivel central y local, los que se encargarán de identificar las acciones correctivas y los planes que permitan ejecutarlas en las distintas unidades.

De manera similar, se debe diseñar y formalizar el macroproceso de *Desarrollo de Nuevas Capacidades* en base al procesamiento de la información que entrega el nuevo monitoreo académico, creando proyectos que se transformen en una mejora significativa en la cadena de valor o una nueva línea de negocio. El alcance considera el diseño y evaluación de los proyectos que implican cambios estructurales en la facultad.

5.2 Diseño detallado de procesos

5.2.1 Diseño en IDEF0 (*Integration Definition for Function Modeling*)

Es conveniente que las cadenas de valor *Generar conocimiento* y *Formación profesional* compartan servicios como la administración con clientes y proveedores externos a la Universidad. Al gestionarse centralizadamente se pueden ofrecer mejores servicios y productos en que la docencia e investigación se integren para cumplir con los convenios clínicos y asistenciales. De la misma manera y debido a que la investigación, docencia y extensión son las actividades que constituyen la misión universitaria; gestionar y monitorearla integradamente permite evaluar el desempeño completo de las unidades académicas.

5.2.1.1 La Nueva Arquitectura de la Facultad de Medicina

En la ilustración 20 se pueden ver la nueva arquitectura de la Facultad de Medicina, la que sigue manteniendo las dos cadenas de valor *Generar conocimiento* y *Formación profesional*, pero ahora incluye servicios compartidos asociados a la administración de clientes y proveedores, y gestión y monitoreo de actividad académica.

Los servicios compartidos producen acciones correctivas y definiciones de las necesidades sociales y clínicas para las cadenas de valor mencionadas. De forma

similar, se generan ideas de nuevas capacidades que serán insumos para el desarrollo de innovaciones estructurales en la Facultad.

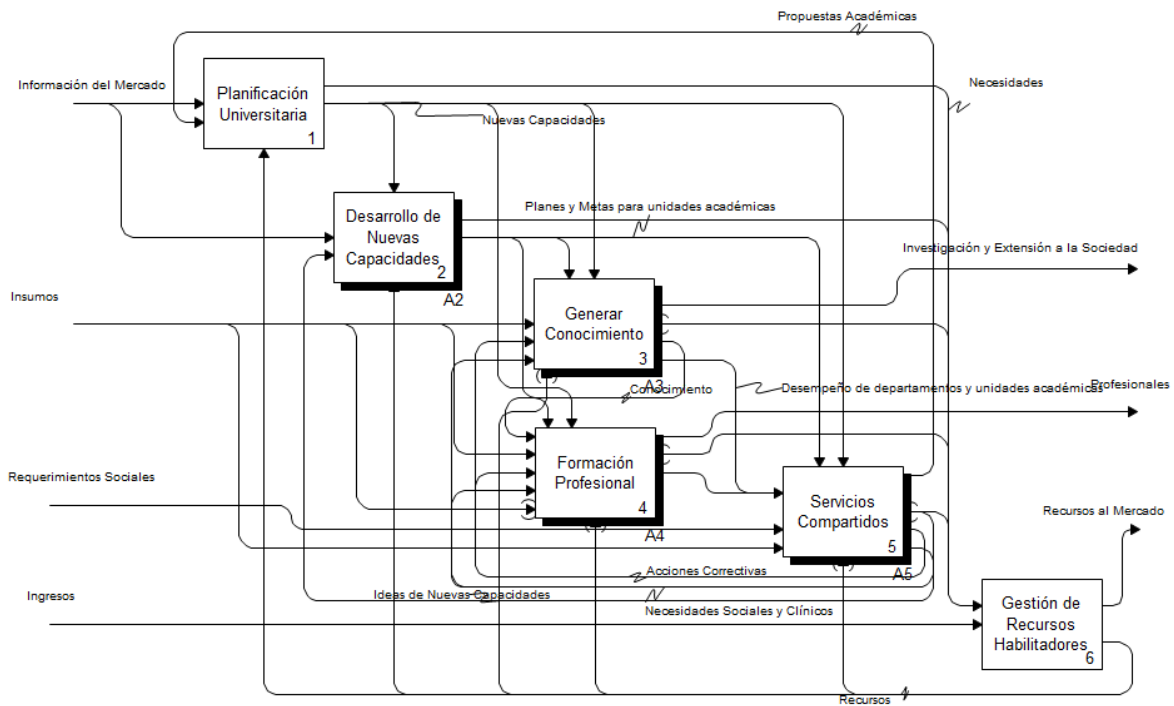


Ilustración 20: Arquitectura de Facultad de Medicina. Fuente: Elaboración Propia.

5.2.1.2 Los Servicios Compartidos

En la Ilustración 21 se puede ver el detalle de los servicios compartidos, en los cuales, los procesos de *Administrar relación con la sociedad* y *Administrar relación con hospitales e instituciones* tienen flujos parecidos. El primero procesa la información de requerimientos de la sociedad y genera informes acerca de las necesidades sociales y sanitarias que serán utilizados para la generación de conocimiento. En tanto, el segundo define los convenios que formalizan los campos clínicos como un insumo para actividad docentes asistencial.

Por otra parte, el proceso de *Gestión académica* se encarga de generar ideas de nuevas capacidades, este recibe como insumo propuestas gestadas en el *Monitoreo Académico*.

El proceso de *Monitoreo académico* recibe información de desempeño de los departamentos y unidades académicas, con estos datos presenta acciones correctivas que serán informadas directamente a los departamentos, los directores de departamentos incluirán estas acciones en sus procesos de planificación local. Otro producto de este proceso serán las propuestas académicas, en base a los análisis detallados del desempeño de las unidades, estas propuestas serán

revisadas y podrían transformarse en instrucciones directivas o insumos para establecer nuevas capacidades.

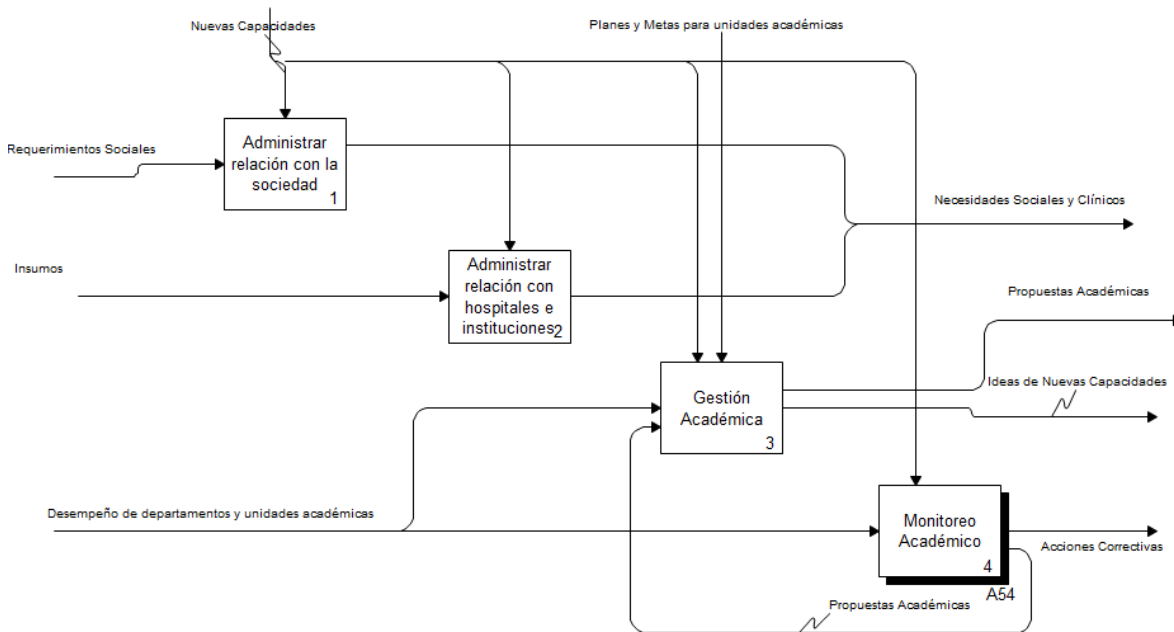


Ilustración 21: Servicios Compartidos. Fuente: Elaboración Propia.

Los *Servicios compartidos* tendrán carácter directivo, la gestión será ejecutada por el Director Académico y el monitoreo estará a cargo de la Coordinación de Gestión de la Dirección Académica. El proceso de monitoreo se automatizará en base al análisis envolvente de datos y la periodicidad del proceso será semestral debido a la disponibilidad la información.

5.2.1.3 El Proceso de Monitoreo Académico

El proceso de *Monitoreo académico* (Ilustración 22) recibe los datos de desempeño de las unidades académicas, con estos insumos la unidad de Coordinación de Gestión ejecuta el análisis que permite calcular la eficiencia relativa de los departamentos. En base a esos resultados se determinan acciones correctivas para cada departamento, las que serán informadas a los directores de unidades quienes las incluirán en su planificación académica.

Por otra parte, el tercer proceso *Determinar acciones directivas académicas* se basa en un análisis de variables exógenas al modelo DEA que permitirá identificar las variables que explican la eficiencia de un departamento. De esta forma, se establecerán propuestas académicas directivas que se transformarán en ideas para nuevas capacidades.

Este proceso en particular será apoyado por tecnologías de información mediante el desarrollo que se detallará en el diseño de lógica del negocio.

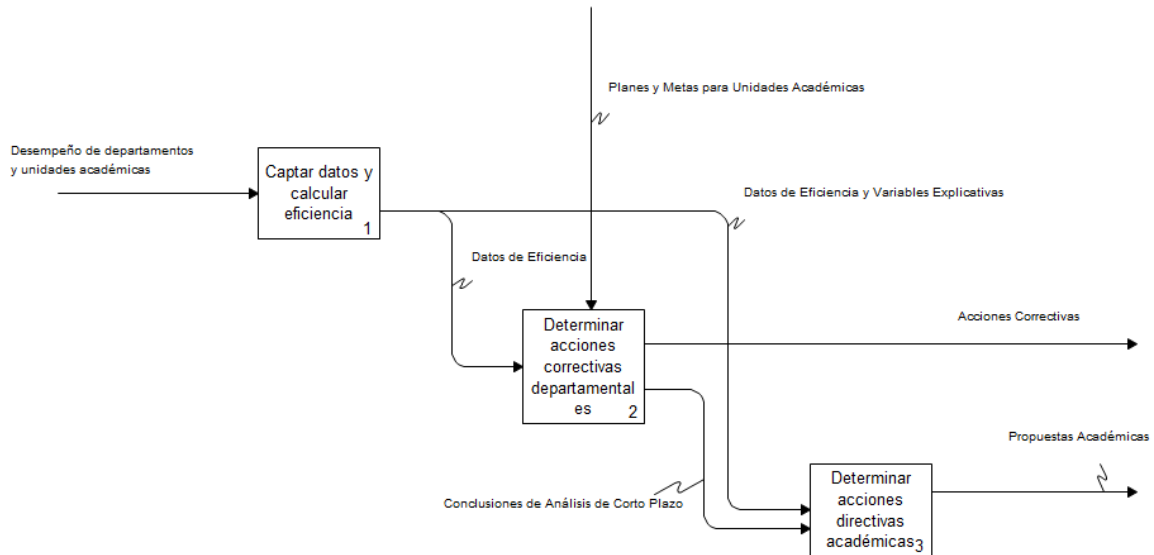


Ilustración 22: Proceso de Monitoreo Académico. Fuente: Elaboración Propia.

5.2.1.4 El Impacto en las Cadenas de Valor

Volviendo a la cadena de valor *Generación de Conocimiento* (Ilustración 23), las acciones correctivas son recibidas por el proceso de gestión que está a cargo de cada director de departamento. Este proceso genera los programas de investigación y extensión tomando en cuenta las indicaciones directivas reflejadas en las actualizaciones a los planes y metas de unidades académicas. Ejemplo de estas medidas, pueden ser nuevas metas de publicación científica para el departamento o un aumento en las horas de participación en actividades docentes.

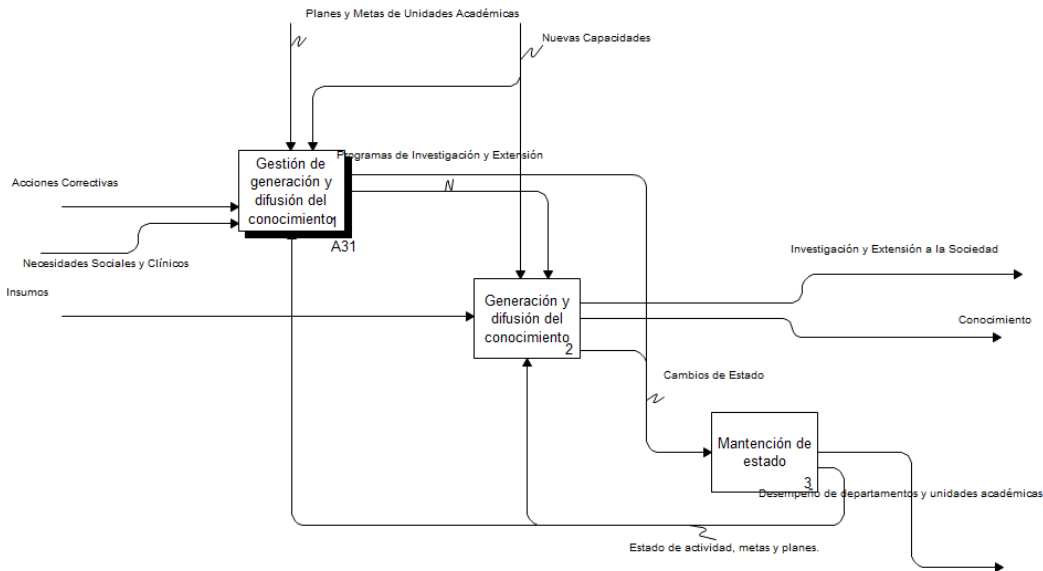


Ilustración 23: Cadena de Valor Generación de Conocimiento. Fuente: Elaboración Propia.

En la cadena de valor *Formación profesional* (Ilustración 24) las acciones correctivas son recibidas en el proceso *Gestión Docente*, estas actividades son ejecutadas por los Directores de Escuela, los que de esta forma actualizarán la programación y los planes de formación profesional. Ejemplos de esto, pueden ser nuevas asignaciones de académicos y la inclusión de nuevos departamentos en la docencia.

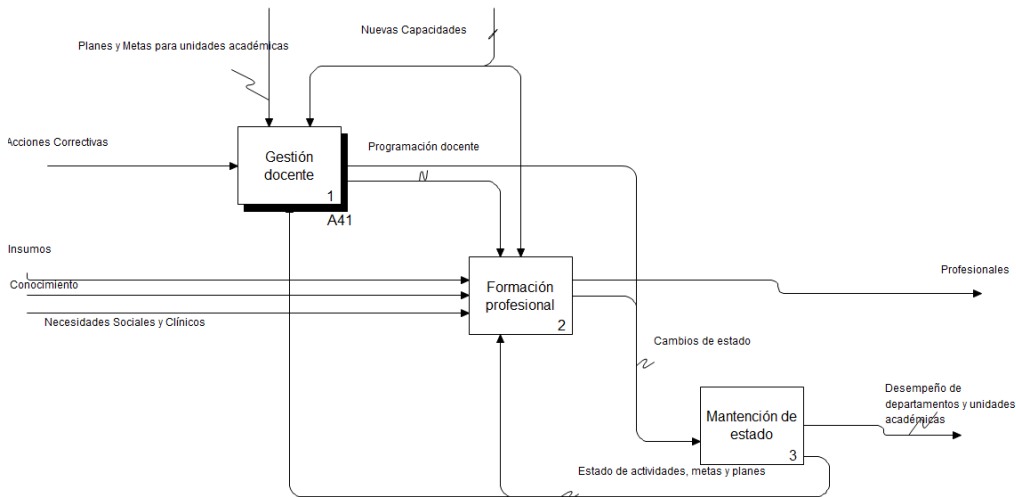


Ilustración 24: Cadena de Valor Formación Profesional. Fuente: Elaboración Propia.

5.2.1.5 El Desarrollo de Nuevas Capacidades

Con el objeto de completar un diseño de la arquitectura en que la institución mejore continuamente, se deben definir procesos que aseguren el desarrollo de

innovaciones que mantengan y potencien el posicionamiento estratégico de la Facultad.

Por lo mismo, es necesario formalizar el desarrollo de las mejoras para las nuevas capacidades detallando el proceso de evaluación de proyectos de innovación que estará a cargo del Equipo Directivo. Las actividades de este proceso son: evaluar las necesidades de nueva capacidad, gestionar el diseño y construcción de una nueva capacidad, y ejecutar este diseño y construcción (Ilustración 25).

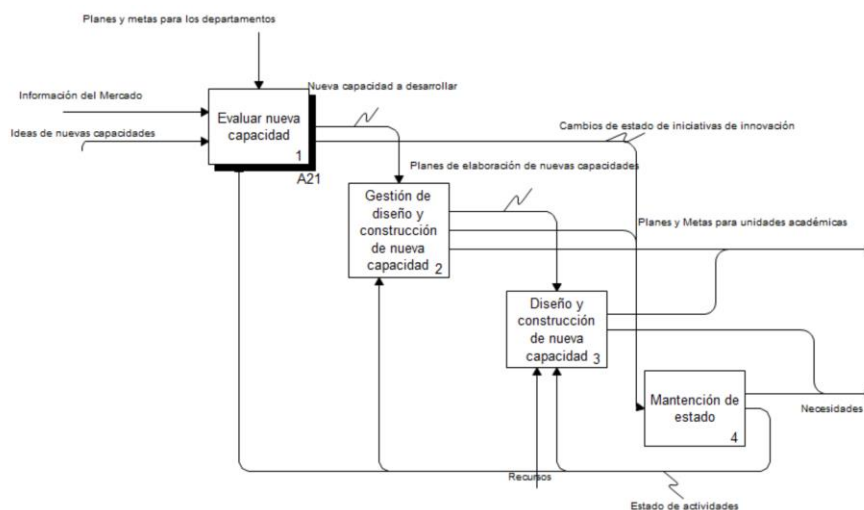


Ilustración 25: Proceso de Desarrollo de Nuevas Capacidades. Fuente: Elaboración Propia.

Es necesario definir la evaluación de una nueva capacidad y su futura implementación para transformar las ideas elaboradas por los nuevos procesos de *Gestión académica* y *Monitoreo académico*. El primer paso consiste en analizar la posible mejora de capacidad del proyecto en base a su diseño detallado y la evaluación correspondiente, y en segundo lugar se debe detallar el diseño de la innovación en las nuevas capacidades (Ilustración 26).

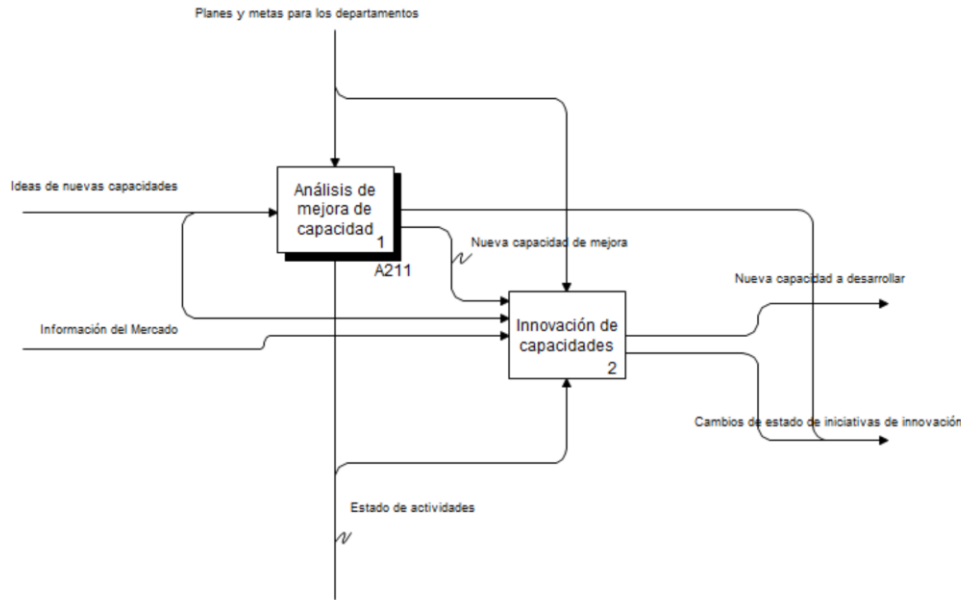


Ilustración 26: Proceso Evaluación de Nueva Capacidad. Fuente: Elaboración Propia.

El proceso *Análisis de mejora de capacidad* radica en pormenorizar las ideas de nuevas capacidades previamente generadas, cuidando que el proyecto sea concordante con los planes y metas para los departamentos. Posteriormente, el proyecto es evaluado por las unidades técnicas y políticas específicas (Ilustración 27).

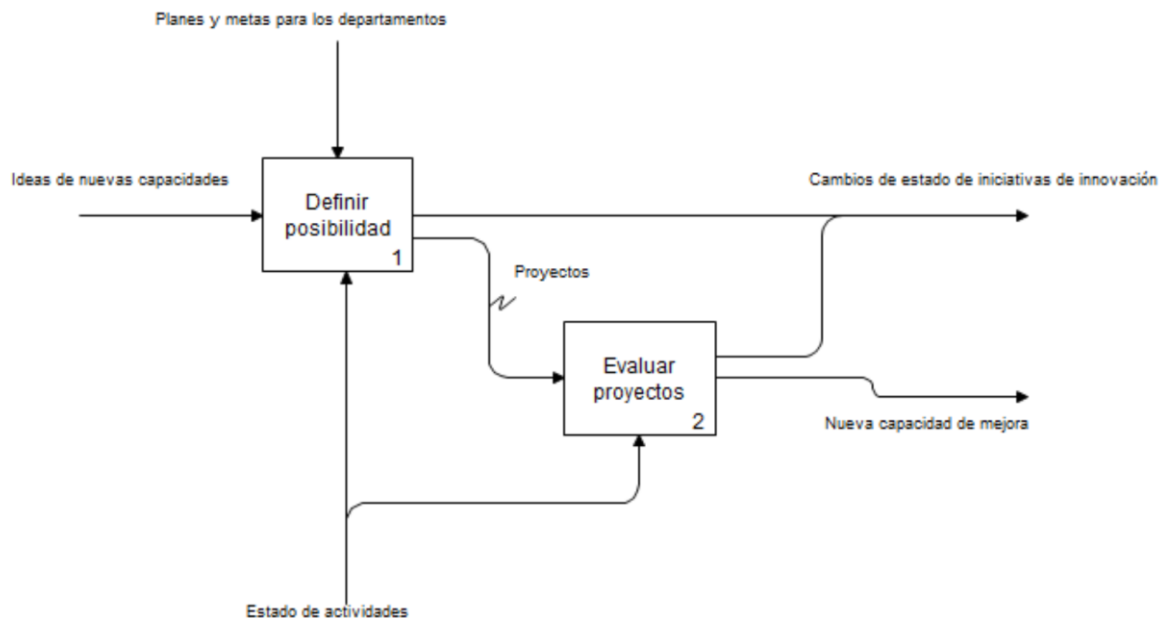


Ilustración 27: Proceso Análisis de Mejora de Capacidad. Fuente: Elaboración Propia.

El producto del proceso anterior es un proyecto de mejora de nueva capacidad, el cual será gestionado y diseñado en detalle para ser llevado a cabo. La ejecución de estos proyectos dependerá de la cadena de valor que impacten, estarán liderados por el Equipo Directivo. En algunos casos estos productos podrían ser políticas que definan innovaciones descentralizadas por los departamentos.

En el siguiente punto se define el diseño detallado del proceso con la notación *Business Process Model and Notation* (BPMN) enfocado en el control de los departamentos y en la evaluación de la nueva capacidad.

5.3 Diseño en BPMN

Actualmente en la Facultad de Medicina no existe el proceso de monitoreo académico, el rediseño planteado implica la creación de este proceso y por consiguiente las actividades que lo componen.

Según la arquitectura de procesos anteriormente descrita, el monitoreo de actividad académica se compone de dos partes:

1. Captar datos.
2. Consultar eficiencia y determinar acciones correctivas departamentales.

La Ilustración 28 define el funcionamiento del sistema propuesto, este realiza la captura automática de datos desde distintos sistemas, la que tendrá un carácter semestral en función de los requerimientos técnicos entregados por la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, esto se debe a las limitaciones existentes para obtener las publicaciones ISI.

Luego de la recolección de datos, el sistema los preprocesa y transforma, de esta manera la información se limpia y estandariza. La siguiente actividad es guardarlos en la base de datos respectiva (Ilustración 28).

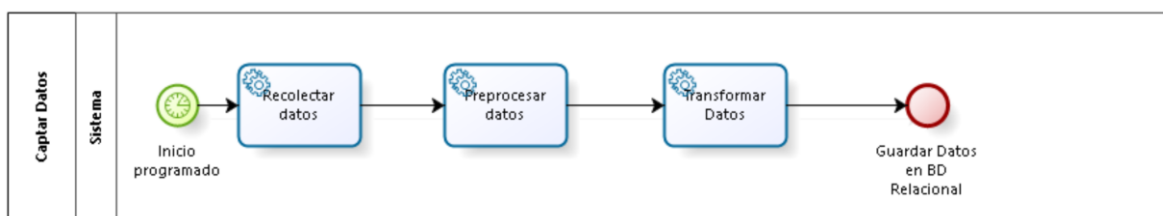


Ilustración 28: BPMN Captar Datos. Fuente: Elaboración Propia.

La segunda parte consiste en calcular la eficiencia y tomar las acciones correctivas, este proceso comienza con el acceso del coordinador de gestión (tomador de decisión) para analizar la producción, una vez iniciado el requerimiento el sistema calcula la eficiencia e indicadores, define las acciones correctivas que aplicar y genera un reporte para el tomador de decisión.

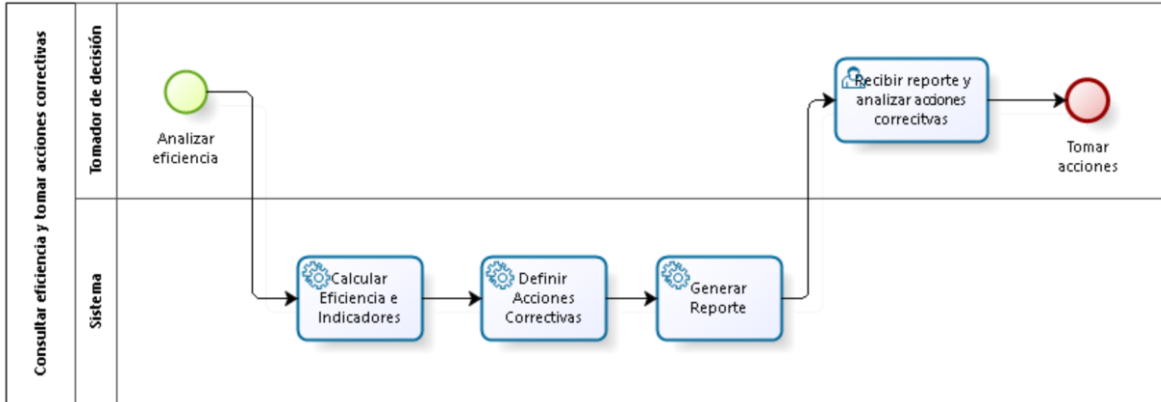


Ilustración 29: BPMN Consultar Eficiencia y Tomar Acciones Correctivas. Fuente: Elaboración Propia.

El sistema propuesto cargará los datos periódicamente desde las distintas bases de datos que usa la facultad, la limpieza y transformación se ejecutará automáticamente. La Coordinadora de Gestión de la Dirección Académica ingresará a través de una ventana de acceso en una web respectiva (aplicación web), desde esta plataforma se deberá presionar un botón en el que se ordenará hacer el análisis de eficiencia con los datos disponibles.

El monitoreo académico está a cargo de la Unidad de Coordinación de Gestión de la Dirección Académica, esta unidad deberá informar las conclusiones y los reportes obtenidos al Director Académico quién se encarga de la Gestión Académica, donde tal como se ha mencionado antes, indicará nuevas metas y objetivos a las unidades respectivas.

El sistema debiera modelar automáticamente las variables exógenas del DEA a través de una regresión tobit con la que describirá la relación entre distintos factores externos con la productividad de las unidades, así podrá entregar datos valiosos sobre la eficiencia, que se traducirán en las ideas de nuevas capacidades (cambios estructurales y de largo plazo).

5.4 Diseño de Lógica de Negocio

La lógica del negocio consta de dos partes, comienza con lo que se conoce como “DEA primera etapa” que ejecutará los procesos de monitoreo y control de la actividad académica, y continua con el “DEA segunda etapa” para la búsqueda de variables explicativas exógenas al modelo. El primer punto ayudará a desarrollar acciones correctivas de corto plazo y nuevas metas que permitan a las unidades a alcanzar rápidamente mejores niveles de eficiencia. El segundo establecerá un aporte académico sustantivo gracias al descubrimiento de información valiosa que se transformará en nuevas capacidades de la institución.

5.4.1 Monitoreo y Control de Actividad Académica: Análisis Envolvente de datos (Primera Etapa)

El Análisis Envolvente de Datos busca identificar las unidades académicas eficientes relativas y determinar acciones correctivas para las no eficientes, las cuales les permitirán alcanzar un aumento de productividad. Entre los requerimientos para realizar el análisis se debe definir los inputs y outputs, definir la orientación y las herramientas a considerar para construir las acciones correctivas:

5.4.1.1 Definición de Inputs y Outputs

El Análisis Envolvente de Datos implica un esfuerzo no paramétrico, para evitar sesgos la definición de insumos y productos debe ser lo más objetiva posible. Para esto, se han definido los siguientes elementos:

5.4.1.1.1 Inputs

Para el análisis los insumos se consideran en base a que mientras menor es la ocupación de estos, mayor es el beneficio para la institución.

- Presupuesto: Considera los ingresos presupuestarios entregados en el Fondo General para el año 2015. Este presupuesto es asignado según un criterio histórico.
- Jornadas completas equivalentes anuales (JCEA) académicos: Equivale a las jornadas completas equivalentes anuales académicas, es decir, normaliza las jornadas académicas por 44 horas.
- JCEA funcionarios: Equivale a las jornadas completas equivalentes anuales funcionarias.
- Horas de administración docente de pregrado: Implica la cantidad de horas de trabajo que ocupan los académicos en administrar sus cursos de pregrado. Fueron levantadas durante el año 2015 y equivalen a 4 horas a la semana en el caso de los profesores encargados de curso (PEC) y 2 para los profesores coordinadores.

5.4.1.1.2 Outputs

Para el análisis se considera que, mientras la cantidad de productos es mayor, el beneficio para la institución crece. Por tanto, los ingresos propios e ingresos por proyectos se consideran productos debido a que se generan en base a la actividad académica de la unidad.

- Horas de docencia de pregrado: Implica la cantidad de horas de trabajo que ocupan los académicos de los departamentos en docencia directa o indirecta de pregrado. Estas horas fueron recolectadas durante el año 2015.
- Horas de docencia de postgrado: Equivale al a cantidad de horas de trabajo que ocupan los académicos en docencia directa e indirecta de pregrado y revisión de tesis.

- Estudiantes en especialidad: Este grupo de departamentos en su mayoría forma especialistas (Los de pregrado fueron excluidos). Este output equivale a la cantidad de estudiantes de especialidad médica que rota en cada unidad.
- Publicaciones ISI: Indica la cantidad de publicaciones indexadas por el Instituto para la Información Científica (ISI), se dispone de información 2014.
- Ingresos Propios: Equivale a los ingresos que genera cada unidad académica por venta de servicios. Esto puede incluir asesorías a empresas externas, diplomados o educación continua, asistencia, entre otras actividades.
- Ingresos por Proyectos: Se refiere a los ingresos por proyecto concursable o de investigación.

Así, la magnitud de los insumos analizados para el periodo 2015 son los siguientes:

DMU	Presupuesto	JCEA Académicos	JCEA Funcionarios
Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	\$ 210.710.533	7,94	6,79
Departamento de Atención Primaria y Salud Familiar	\$ 368.499.062	16,18	4,73
Departamento de Ciencias Neurológicas Oriente	\$ 193.821.544	6,61	4,75
Departamento de Cirugía Centro	\$ 86.601.174	3,77	2,00
Departamento de Cirugía Occidente	\$ 70.456.726	3,08	1,33
Departamento de Cirugía Oriente	\$ 253.593.600	10,17	5,00
Departamento de Cirugía Sur	\$ 161.209.238	6,00	3,00
Departamento de Medicina Interna Centro	\$ 232.334.789	9,75	3,00
Departamento de Medicina Interna Occidente	\$ 392.321.885	13,98	5,67
Departamento de Medicina Interna Oriente	\$ 370.762.532	13,20	7,83
Departamento de Medicina Interna Sur	\$ 125.562.460	4,52	3,00
Departamento de Medicina Legal	\$ 124.708.468	4,09	2,00
Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur	\$ 112.369.743	5,25	2,00
Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro	\$ 146.570.423	6,63	2,00
Departamento de Obstetricia y Ginecología Occidente	\$ 96.642.607	4,71	1,00
Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente	\$ 134.546.950	4,75	3,50
Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	\$ 129.282.883	4,92	4,75
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Centro	\$ 228.581.959	11,21	3,00
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Norte	\$ 453.306.075	17,14	5,00
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	\$ 358.947.701	14,14	6,25
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Oriente	\$ 471.069.039	18,10	6,21
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur	\$ 279.452.334	14,60	2,83

Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente	\$ 190.474.547	7,40	3,50
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur	\$ 214.222.292	9,13	3,08
Instituto de Investigaciones Materno - Infantil	\$ 713.484.080	18,89	32,33

Y los productos:

DMU	Hrs. Doc.	Hrs. Adm.	Est. de Esp.	Horas de Post.	Pub.	Ing. Prop.	Ing. Proy.
Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	0,0	0,0	4	2,0	5	\$ 8.839.754	\$ 20.770.411
Departamento de Atención Primaria y Salud Familiar	6858,0	1728,0	17	2,0	5	\$ 106.144.017	\$ -
Departamento de Ciencias Neurológicas Oriente	1292,0	1008,0	30	6,0	21	\$ 55.281.208	\$ 4.843.818
Departamento de Cirugía Centro	2088,4	216,0	10	0,0	0	\$ 1.837.874	\$ -
Departamento de Cirugía Occidente	4264,0	144,0	16	0,0	0	\$ 3.500.216	\$ -
Departamento de Cirugía Oriente	8068,4	288,0	26	2,0	5	\$ 3.303.140	\$ -
Departamento de Cirugía Sur	3061,5	720,0	22	0,0	0	\$ 9.708.463	\$ -
Departamento de Medicina Interna Centro	9236,1	720,0	57	0,0	12	\$ 162.430.833	\$ 8.413.088
Departamento de Medicina Interna Occidente	6929,8	432,0	59	25,5	8	\$ 23.669.070	\$ 10.537.275
Departamento de Medicina Interna Oriente	10514,2	1152,0	80	59,5	14	\$ 36.186.099	\$ -
Departamento de Medicina Interna Sur	9141,3	504,0	44	0,0	5	\$ 51.413.249	\$ -
Departamento de Medicina Legal	356,0	288,0	1	0,0	1	\$ 11.051.943	\$ -
Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur	2722,0	288,0	16	8,0	3	\$ 26.798.610	\$ -
Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro	5111,5	432,0	23	10,0	5	\$ 6.967.700	\$ 2.260.500
Departamento de Obstetricia y Ginecología Occidente	9639,0	288,0	22	10,0	0	\$ 15.471.938	\$ -
Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente	5204,0	288,0	25	6,0	2	\$ 47.810.705	\$ -

Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	1876,0	216,0	20	0,0	0	\$ 57.892.642	\$	-
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Centro	7934,0	288,0	56	40,5	1	\$ 16.317.386	\$	-
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Norte	13270,0	648,0	94	58,5	7	\$ 10.888.004	\$	183.750
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	3363,4	1080,0	41	33,0	7	\$ 33.290.736	\$	398.250
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Oriente	13752,1	648,0	89	97,5	10	\$ 44.227.167	\$	52.122.513
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur	6942,0	504,0	41	3,0	9	\$ 12.409.328	\$	50.857
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente	1146,0	360,0	21	2,0	3	\$ 31.374.872	\$	-
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur	1708,0	648,0	29	3,0	3	\$ 4.921.569	\$	119.175
Instituto de Investigaciones Materno - Infantil	0,0	0,0	4	157,0	23	\$501.026.235	\$	108.278.156

5.4.1.2 Naturaleza de los rendimientos

Para evaluar la eficiencia del conjunto de unidades académicas es necesario identificar la naturaleza de los rendimientos a escala, que caracterizan la tecnología de producción. Los rendimientos a escala indican si los incrementos de la producción, que son resultados del incremento de todos los factores de producción, son: constantes, crecientes o decrecientes.

En caso de que el incremento porcentual del output es igual al de los insumos, los rendimientos son constantes. Por otro lado, serán crecientes si el incremento del output es mayor que el de los insumos y decrecientes en el caso contrario.

Los rendimientos juegan un rol relevante en el modelo de DEA a escoger debido a las exigencias de eficiencia que podemos incluir gracias a este.

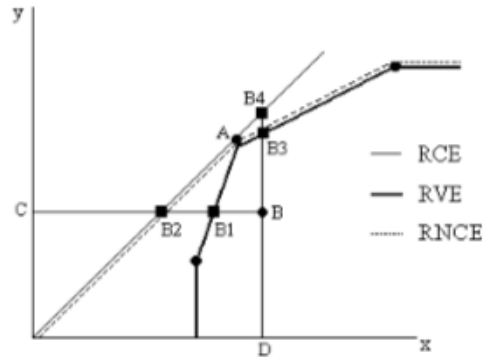


Ilustración 30: Orientaciones en DEA. Fuente: (CAK, 1993)

Analizando la figura anterior (Ilustración 30) que representa las fronteras de eficiencia relativa considerando un Input y un Output. (CAK, 1993) En este gráfico se representan dos unidades (A y B) y tres fronteras estimadas:

RCE: Frontera de rendimientos constantes a escala.

RVE: Frontera de rendimientos variables a escala.

RNCE: Frontera de rendimientos no crecientes a escala.

Si se toma como referencia B, RVE está más cerca de la envoltura lineal convexa que RNCE y esta a su vez, está más próxima que la RCE. (Pastor, 1995) Lo anterior implica que la eficiencia técnica pura estimada mediante BCC, que implica la frontera RVE, es no menor que la eficiencia técnica estimada por CCR, también llamada eficiencia técnica global (ETG). La ETG puede ser descompuesta en Eficiencia Técnica Pura (ETP) y en Eficiencia de Escala (EE).

Si para la figura anterior se considera una orientación input bajo los supuestos de rendimientos constantes o no crecientes se puede observar como la eficiencia de B está dada por $CB2/CB$ y su ineficiencia por la distancia $B2B$. Pero B opera bajo rendimientos variables, por lo que la eficiencia debiera estar dada por $CB1/CB$ y la ineficiencia por la distancia $B1B$. La EE es la distancia entre las dos medidas, es decir: $B2B1$.

Por lo anterior, se puede interpretar la EE como la parte de la ineficiencia presente en la eficiencia técnica global que responde a la escala de producción de la empresa que se evalúa.

$$ETG = ETP * EE$$

$$CB2/CB = (CB1/CB) * (CB2/B1)$$

Lo anterior implica que si $EE=1$ entonces $ETG=ETP$. Lo que significa que la unidad no tiene ineficiencias de escala y, por lo tanto, opera en escala óptima.

Si B presenta ineficiencias de escalas, es decir, $EE < 1$; se tendría que comparar la frontera de rendimientos variables con la frontera de rendimientos no crecientes para determinar en qué tipo de rendimientos opera.

Lo anterior implica que la frontera RCE es más restrictiva, por lo que produce un número menor de unidades eficientes y unidades menores de eficiencia.

5.4.1.3 Modelo DEA: CCR Orientado a Outputs

Andersen y Petersen (Petersen, 1993) indican que en el Análisis Envolvente de Datos un considerable número de unidades son caracterizadas como eficientes a menos que la suma del número de inputs y outputs sea pequeña en relación con el número de observaciones. Por otra parte, Drake y Howcroft (Drake L., 1994) muestran que el DEA probablemente trabaja mejor cuando el número de observaciones (DMU) es aproximadamente el doble de la suma de Inputs y Outputs. Por esta razón, los estudios con reducidas DMU trabajan con un alto grado de agregación respecto de las categorías *inputs* y *outputs*. También hay que tener presente que la omisión de un insumo o producto importante puede redundar en resultados sesgados.

Lo anterior nos indica que la cantidad de *inputs*, *outputs* y DMU para nuestro caso es la adecuada.

Por otro lado, el análisis de rendimientos nos dice que la frontera con rendimientos constantes a escala es más restrictiva que la que considera rendimientos variables. Más allá del resultado obtenido para los rendimientos, la literatura relacionada a las unidades académicas considera rendimientos constantes porque limita la cantidad de unidades eficientes y restringe aún más la eficiencia. Para el análisis de nuestro caso, se propone verificar la condición de eficiencia de tipo Pareto-Koopmans que es más restrictiva que la condición de Farrell definida inicialmente ya que considera que una unidad es eficiencia, si y solo si todas las holguras son cero.

Esto se explica porque en el óptimo si un slack ($s_i > 0$) significa que sería posible incrementar el output de la DMU específica en la cantidad de holgura dada por s_i ; en lugar de la cantidad observada.

Por ejemplo, en la siguiente figura las DMU A, B, C y D son eficientes técnicamente según Farrell, E es a todas luces ineficiente. Para Pareto-Koopmans solo B y C son eficientes técnicamente ya que A y D presentan holguras. A con el input x_2 y B con el input x_1 . (Vicente Coll, 2006)

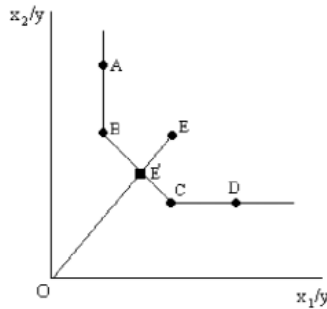


Ilustración 31: Holguras en DEA. Fuente: (CAK, 1993)."

Finalmente, Ramanathan (Ramanathan, 2006) se refiere sobre la elección del modelo DEA a aplicar e indica que cuando los factores productivos no están completamente bajo el control del gestor, los modelos orientados en *outputs* son los adecuados.

En tanto si los resultados son decididos por los objetivos de los gestores antes que establecidos a partir de la mejor práctica observada serían preferibles los modelos *inputs* orientados. Además, indica que el supuesto de rendimientos constantes a escala es apropiado cuando el rendimiento de las unidades a comparar no depende de la escala de la operación.

Si analizamos los *inputs*, el presupuesto es históricamente definido y los recursos humanos son factores de muy poca flexibilidad en las entidades públicas. Además, el objetivo central del ejercicio es definir metas y objetivos para las unidades académicas. Esto implica que el modelo debe ser orientado a los *outputs*. Además, se escoge el modelo CCR (con rendimientos constantes) debido a que es más restrictivos (menor cantidad de unidades eficientes), es más utilizado en casos de evaluación de unidades académicas y el rendimiento de las unidades no depende de la escala de operación.

5.4.1.4 Análisis de Supereficiencia

Luego, se plantea realizar un análisis de supereficiencia (P Petersen, 1993) que implica comparar la unidad que está siendo evaluada con una combinación lineal de las otras unidades de muestra, donde la unidad evaluada es excluida. Esto relaja la restricción de que *inputs/outputs* es menor o igual a 1 y se dan valores mayores. Así se pueden diferenciar las unidades detectadas como eficientes en el análisis DEA CCR orientado a *outputs*.

5.4.1.5 Análisis de Holguras

La fase siguiente es la de revisión de holguras, las holguras son las combinaciones lineales que permiten que las unidades académicas sean eficientes. Las variables de holgura s_r^+ (variable de holgura del output) y s_i^- (variable de holgura de input) se obtienen de manera residual.

Así, si en el resultado óptimo $s_r^+ > 0$ significa que sería posible incrementar el *output* r de la unidad en la cantidad s_r^+ , por lo que la unidad produciría $(y_t + s_r^+)$ en lugar de la cantidad observada y_t . El análisis es análogo para los *inputs*; si se obtiene una holgura $s_i^- > 0$, esto indica que el *input* puede ser reducido en la cantidad s_i^- .

5.4.1.6 Revisión de Condición de eficiencia Pareto-Koopman

Tal como se indicó en el título “Modelo DEA a escoger”, la condición de eficiencia Pareto-Koopman permite considerar la eficiencia en unidades de orden de magnitud distinto, al ser más restrictiva que la condición convencional del DEA.

La condición se expresa en que todas las holguras son cero para que la unidad sea considerada eficiente.

5.4.1.7 Propuestas de Acciones Correctivas

En la siguiente tabla se indican las acciones correctivas, entre paréntesis y con asterisco se indican las variables a utilizar en el cálculo y formación de cada acción. (Para cada departamento).

El análisis de holguras es el que permite incluir la mayor cantidad de recomendaciones: corresponde a los seis grupos de holgura detectados y sus acciones correctivas específicas.

Tabla 2: Recomendaciones genéricas y asociadas a la eficiencia

Resultado	Acción Recomendada	Variable que recomienda
$1/w < 1$ (Eficiencia = $1/w$)	<ol style="list-style-type: none"> Para que el departamento alcance la eficiencia relativa más alta deberá ejecutar mayor actividad académica (investigación, docencia y extensión) y aumentar sus productos en un $(* 1-1/w *)$ %. Se recomienda definir metas de producción mayores en un $(* 1-1/w *)$ % a las ya existentes. Se recomienda revisar las prácticas que hacen que el (*departamento de referencia*) tenga mejores resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento Radial. Set de referencia.
$1/w < 1$ $s_{y_i} > 0$	<ol style="list-style-type: none"> Se recomienda aumentar la producción de y_i en s_{y_i} (Para cada holgura, siendo y_i El output i y s_{y_i} la holgura correspondiente al output i). 	<ul style="list-style-type: none"> Slacks (holguras) Productos del Set de Referencia. Set de Referencia

	1. Se recomienda que el departamento asuma las siguientes metas: $y_{i, referencia}$ (Se le definen como nueva meta los productos del departamento referencia más eficiente – Supereficiencia).	• Supereficiencia.
$1/w < 1$ $1/w > 0.8$	1. El departamento podría alcanzar rápidamente la eficiencia aumentando todos sus productos sobre un 20%.	• Aumento Radial máximo.
$1/w < 0.8$ $1/w > 0.5$	1. El departamento podría alcanzar la eficiencia en el mediano plazo. Se recomienda definir metas de producción mayores en un (* $1-1/w$ *) % a las ya existentes.	• Aumento Radial.
$1/w < 0.5$	1. El departamento tiene baja productividad, se recomienda estudiar su caso en detalle.	• Eficiencia de un orden de magnitud menor.

Importante: Las unidades académicas pueden escoger entre las acciones correctivas que refieren al aumento radial y a las que sugieren aumentos en holguras. Ambas soluciones aseguran alcanzar la eficiencia relativa del periodo.

Recomendaciones asociadas a los grupos de holguras: Estas acciones correctivas fueron levantadas con el tomador de decisión.

Tabla 3: Recomendaciones asociadas a grupos de holguras

Resultados	Acción Recomendada	Variable que recomienda
$s_{y_i} > 0$ $i = \text{doc. pregrado}$	Aumentar la actividad de pregrado en s_{y_i} horas, para esto se recomienda sumar horas en actividades como: <ol style="list-style-type: none"> 1. Participación en tutorías de tesis de alumnos de pregrado. 2. Participación en cursos de pregrado. 3. Asumir la coordinación de cursos como profesor coordinador o como profesor encargado. 4. Generar nuevos contenidos en material para la docencia (Libros, guías) 	Holgura de docencia de pregrado.

$s_{y_i} > 0$ i estudiantes de especialidad	<p>Es necesario aumentar la formación de especialistas en este departamento para alcanzar y + s_{y_i} (estado actual + holgura) especialistas al año, se sugiere:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar la factibilidad de aumento de cupos para formación de especialistas mediante un estudio de capacidad. <ol style="list-style-type: none"> a. Si el estudio indica capacidad disponible, generar un plan para aumentar hasta alcanzar la meta definida. b. Si el estudio indica capacidad al límite, reasignar recursos de $s_{y_i}=0$ (holguras nulas), sin disminuir la producción de esas actividades. 2. Se recomienda controlar los mecanismos de rotación de alumnos en formación de especialidad. 	Holgura. Holguras nulas.
$s_{y_i} > 0$ i = doc. postgrado	<p>Es necesario aumentar las horas de docencia de pregrado en este departamento hasta alcanzar y + s_{y_i} (estado actual + holgura) horas, entre las acciones que podrían permitir esta alza, se sugieren:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar la participación de académicos en cursos de postgrado. 2. Si el departamento no posee vinculación con un programa de magíster o doctorado se sugiere: <ol style="list-style-type: none"> a. (Si JCEA < 12) Iniciar vinculación con programa afín existente. b. (Si JCEA > 12) Trabajar en un plan de creación de un programa de magíster, doctorado o especialidad. 3. Potenciar la acreditación de los programas de magíster y doctorado. 4. Aumentar la participación de académicos en tesis de postgrado. 	Holguras JCEA (Jornadas completas equivalentes anuales de académicos).
$s_{y_i} > 0$	<p>Es necesario aumentar la cantidad de publicaciones ISI en este departamento hasta alcanzar y + s_{y_i} (estado actual + holgura)</p>	Holguras

<p>i Publicaciones ISI</p>	<p>= publicaciones, entre las acciones que podrían permitir esta alza, se sugieren:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar la participación en proyectos de investigación. 2. Generar encuentros interdisciplinarios de fomento a la investigación. 3. (Si no posee fondos concursables internos) Generar mecanismos de financiamiento para proyectos propios de investigación. 4. (Si no posee catastro de investigación del departamento) Controlar las formas de publicación no vinculadas a proyectos de investigación. 5. (Si posee programa de magíster o doctorado) Vincular las tesis de postgrado con proyectos propios de investigación. 	
<p>$s_{y_i} > 0$ i = Ingresos Propios</p>	<p>Es necesario aumentar los ingresos propios en este departamento hasta alcanzar $y + s_{y_i}$ (estado actual + holgura), entre las acciones que podrían permitir esta alza, se sugieren:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incentivar el trabajo con instituciones externas a la universidad. 2. (Si no posee centros de departamento) Fomentar la generación de institucionalidad para estas materias (Centros) 3. Aumentar la participación de los académicos en formación continua. (Diplomados y cursos) <ol style="list-style-type: none"> a. (Si JCEA < 12) Iniciar vinculación con programa afín existente. b. (Si JCEA > 12) Trabajar en un plan de creación de un programa de diplomado o curso. 	<p>Holguras JCEA (Jornadas completas equivalentes anuales de académicos).</p>
<p>$s_{y_i} > 0$ i = Ingresos por Proyectos</p>	<p>Es necesario aumentar los ingresos por proyecto en este departamento hasta alcanzar $y + s_{y_i}$ (estado actual + holgura), entre las acciones que podrían permitir esta alza, se sugieren:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Generar mecanismos de apoyo a la postulación a proyectos concursables. 2. Establecer un fondo de fomento a las unidades más débiles. 	<p>Holguras</p>

3. Apoyar la difusión de los concursos de investigación existentes.

5.4.2 Aporte Académico: Análisis Envolvente de Datos (Segunda Etapa)

La segunda parte de la lógica consta en la definición del “Aporte Académico” y el desarrollo de nuevas capacidades, para esto se deberá estudiar el comportamiento de distintas variables exógenas al modelo y determinar cuáles de ellas explican la eficiencia. El objetivo es que se desarrollen nuevas capacidades traducidas en cambios estructurales y de largo plazo.

El enfoque más usado para modelar las variables exógenas del Análisis Envolvente de Datos es la regresión tobit (Hoff, 2007), la cual fue propuesta por James Tobin (1958) y permite describir la relación entre una variable dependiente no negativa y variables independientes. Como la eficiencia del DEA implica que el valor $1/w$ es continuo en el intervalo $(0,1]$. Tobit ha mostrado ser de las mejores herramientas para el modelamiento de las variables exógenas.

A continuación, se describen las principales variables exógenas al DEA a considerar y el modelo tobit:

5.4.2.1 Variables exógenas:

1. Edad promedio del departamento: Considera la edad promedio de todos los académicos del departamento durante un periodo determinado.
2. Concentración de la jornada: Se refiere al indicador del total de la jornada que disponen los académicos contratados. Si la concentración de la jornada es 1, quiere decir que todos los académicos del departamento están en jornada completa:

$$\frac{\sum h_i}{n * 44}$$

h_i : horas contratadas a la semana por académico

n : Cantidad de académicos del departamento

3. Académicos con grado de doctor: Se refiere a la cantidad de académicos que disponen PhD por departamento, normalizadas en jornadas completas equivalentes anuales.
4. Académicos con grado de magíster: Se refiere a la cantidad de académicos que disponen de magíster por departamento, normalizadas en jornadas completas equivalentes anuales.
5. Especialistas: Se refiere a la cantidad de académicos que disponen de un título de formación de especialidad, normalizadas en jornadas completas equivalentes anuales.

6. Dos más altas jerarquías: Corresponde a la proporción de académicos de las dos más altas jerarquías (profesor asociado y titular) de cada departamento, normalizado en jornadas completas equivalentes anuales.

5.4.2.2 Modelo Tobit

En base a estas variables, el modelo de regresión *Tobit* queda propuesto de la siguiente manera:

$$y_i = \beta_0 \text{Edad}_i + \beta_1 \text{Concentración}_i + \beta_2 \text{Doctor}_i + \beta_3 \text{Magíster}_i + \beta_4 \text{Especialistas}_i + \beta_5 \text{Jerarquias}_i + \mu$$

y_i : Eficiencia del departamento i .

En el Capítulo 6 se mostrarán los resultados principales de la lógica aplicada.

CAPÍTULO 6: RESULTADOS PRINCIPALES

El Análisis de Envolverte de Datos realizado consta de varias partes y comprende una combinación de distintos elementos mencionados en el marco teórico y la lógica de negocio.

6.1 Departamentos Analizados

Tal como se mencionó en la estructura de la institución, la Facultad de Medicina cuenta con 46 departamentos, 3 institutos y 3 centros. Para efectos de este análisis se consideran solo 25 departamentos:

Tabla 4: Departamentos Analizados

DMU No.	DMU
1	Departamento de Medicina Legal
2	Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente
3	Instituto de Investigaciones Materno - Infantil
4	Departamento de Cirugía Centro
5	Departamento de Cirugía Occidente
6	Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur
7	Departamento de Atención Primaria y Salud Familiar
8	Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur
9	Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente
10	Departamento de Obstetricia y Ginecología Occidente
11	Departamento de Cirugía Sur
12	Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro
13	Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente
14	Departamento de Cirugía Oriente
15	Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur
16	Departamento de Ciencias Neurológicas Oriente
17	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur
18	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente
19	Departamento de Medicina Interna Sur
20	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Centro
21	Departamento de Medicina Interna Centro
22	Departamento de Medicina Interna Occidente
23	Departamento de Medicina Interna Oriente
24	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Oriente
25	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Norte

Las razones por la que se descartaron los otros departamentos y se escogieron estos 25 son las siguientes:

Departamentos pertenecientes al Hospital Clínico de la Universidad de Chile:

Se descartaron los departamentos que no son administrados por la Facultad, estas unidades dependen administrativamente del Hospital Clínico de la Universidad, por lo que este se encarga de entregar los *inputs*; mientras que los *outputs* académicos son contabilizados por la Facultad. En cualquier caso, la orientación operacional de estas unidades la fija el Hospital Clínico (Atención clínica versus el resto de la Actividad Académica). Esto implica que los 14 departamentos de Campus Norte no se consideran en el análisis.

Nuevos Departamentos o Departamentos Escuela: Tampoco se incluyen los departamentos docentes. Estos departamentos son los que reemplazan a las antiguas escuelas y tienen un rol de docencia de pregrado principalmente. No fueron considerados porque la docencia de pregrado es de distinto orden de magnitud en comparación con el resto de las unidades. Este grupo, al igual que el del Hospital Clínico, deberán ser analizados de manera separada. Lo constituyen los departamentos de Enfermería, Fonoaudiología, Kinesiología, Obstetricia y Puericultura, Nutrición y Dietética, Tecnología Médica y Terapia Ocupacional. En este grupo también fue clasificado el Departamento en Ciencias de la Educación.

Diferencias de más de un orden de magnitud: Dos Institutos tienen diferencias significativas con las variables de las otras unidades académicas. Estos son el Instituto de Ciencias Biomédicas y el Instituto de Salud Poblacional. Para efectos del análisis fueron excluidos.

6.2 Primera Etapa:

En base a los insumos y productos definidos en la lógica de negocios y a la selección de unidades académicas mencionada, se realizó el análisis envolvente de datos para definir las acciones correctivas y metas de corto plazo para las unidades académicas. Esta primera etapa comienza con el análisis de los rendimientos para confirmar el modelo a utilizar, el análisis DEA específico, una revisión de la supereficiencia para discriminar de manera más fina entre las unidades eficientes y la revisión de las holguras para definir nuevas metas.

6.2.1 Naturaleza de los Rendimientos

La siguiente tabla resume la orientación de los retornos de cada unidad académica analizada:

Tabla 5: Naturaleza de Rendimientos

DMU No.	DMU	VRS Eficiencia	CRS Eficiencia	SI	RTS
1	Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	1,05	1,32	0,39	Creciente

2	Departamento de Atención Primaria y Salud Familiar	1	1	1	Constante
3	Departamento de Ciencias Neurológicas Oriente	1	1	1	Constante
4	Departamento de Cirugía Centro	1,19	1,81	0,56	Creciente
5	Departamento de Cirugía Occidente	1	1,34	0,62	Creciente
6	Departamento de Cirugía Oriente	1,35	2,12	2,06	Decreciente
7	Departamento de Cirugía Sur	1	1,02	0,72	Creciente
8	Departamento de Medicina Interna Centro	1	1	1	Constante
9	Departamento de Medicina Interna Occidente	1,33	1,49	1,47	Decreciente
10	Departamento de Medicina Interna Oriente	1	1	1	Constante
11	Departamento de Medicina Interna Sur	1	1	1	Constante
12	Departamento de Medicina Legal	1,22	1,82	0,42	Creciente
13	Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur	1,03	1,29	0,38	Creciente
14	Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro	1,05	1,07	0,97	Creciente
15	Departamento de Obstetricia y Ginecología Occidente	1	1	1	Constante
16	Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente	1,14	1,35	0,80	Creciente
17	Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	1,00	1,44	0,58	Creciente
18	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Centro	1	1	1	Constante
19	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Norte	1	1	1	Constante
20	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	1,18	1,18	1,20	Decreciente
21	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Oriente	1	1	1	Constante
22	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur	1,18	1,20	0,90	Creciente
23	Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente	2,07	2,10	1,24	Decreciente
24	Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur	1,28	1,29	1,11	Decreciente

El resultado anterior muestra que 10 departamentos tienen retornos crecientes, 10 tienen retornos constantes y 5 departamentos tienen retornos decrecientes.

6.2.2 Análisis DEA CCR orientado a los outputs.

El análisis realizado definió a 10 unidades como eficiente, para interpretar la tabla hay que considerar que el análisis es *outputs* orientado, por esto, el indicador $1/w$ se refiere a la eficiencia relativa. Si $w=1$ la unidad es eficiente.

Si “ y ” representa el vector de *outputs* a evaluar y $1/w$ representa su eficiencia técnica, entonces $\left(1 - \left(\frac{1}{w}\right)\right)y_0$ indica la cantidad en que deben aumentar proporcionalmente los *outputs*.

Por ejemplo, el Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente debe aumentar sus productos de forma proporcional en un 52,3% para alcanzar la eficiencia relativa.

Tabla 6: Resultados DEA CCR Outputs

DMU No.	DMU	w	Eficiencia 1/w	Aumento Radial (1-1/w)
2	Departamento de Atención Primaria y Salud Familiar	1	1	0
3	Departamento de Ciencias Neurológicas Oriente	1	1	0
8	Departamento de Medicina Interna Centro	1	1	0
10	Departamento de Medicina Interna Oriente	1	1	0
11	Departamento de Medicina Interna Sur	1	1	0
15	Departamento de Obstetricia y Ginecología Occidente	1	1	0
18	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Centro	1	1	0
19	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Norte	1	1	0
21	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Oriente	1	1	0
25	Instituto de Investigaciones Materno - Infantil	1	1	0
7	Departamento de Cirugía Sur	1,02	0,98	0,02
14	Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro	1,07	0,94	0,06
20	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	1,18	0,85	0,15
22	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur	1,20	0,83	0,17
13	Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur	1,29	0,77	0,23
24	Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur	1,29	0,77	0,23
1	Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	1,32	0,75	0,25
5	Departamento de Cirugía Occidente	1,34	0,74	0,26
16	Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente	1,35	0,74	0,26
17	Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	1,44	0,70	0,30
9	Departamento de Medicina Interna Occidente	1,49	0,67	0,33
4	Departamento de Cirugía Centro	1,81	0,55	0,45
12	Departamento de Medicina Legal	1,82	0,55	0,45
23	Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente	2,10	0,48	0,52
6	Departamento de Cirugía Oriente	2,12	0,47	0,53

En este caso, se tienen que los *outputs* tienen un potencial de aumento alto, lo que demuestra las diferencias entre las unidades académicas. De las 15 unidades no eficientes, 11 tienen un aumento radial superior a un 22%.

6.2.3 Análisis de Supereficiencia

Al establecerse 11 unidades como eficientes es complejo diferenciar el desempeño entre ellas. El modelo de supereficiencia plantea comparar la unidad que está siendo evaluada con una combinación lineal de las otras unidades de muestra, donde la unidad evaluada es excluida. Esto relaja la restricción de que *Inputs/Outputs* es menor o igual a 1:

Tabla 7: Resultados Supereficiencia

DMU No.	DMU	Super Efficiency
15	Departamento de Obstetricia y Ginecología Occidente	3,15
21	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Oriente	2,94
25	Instituto de Investigaciones Materno - Infantil	2,94
8	Departamento de Medicina Interna Centro	2,82
3	Departamento de Ciencias Neurológicas Oriente	2,58
11	Departamento de Medicina Interna Sur	1,73
2	Departamento de Atención Primaria y Salud Familiar	1,40
10	Departamento de Medicina Interna Oriente	1,19
18	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Centro	1,14
19	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Norte	1,06
7	Departamento de Cirugía Sur	0,98
14	Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro	0,94
20	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	0,85
22	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur	0,83
13	Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur	0,77
24	Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur	0,77
1	Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	0,75
5	Departamento de Cirugía Occidente	0,74
16	Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente	0,74
17	Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	0,70
9	Departamento de Medicina Interna Occidente	0,67
4	Departamento de Cirugía Centro	0,55
12	Departamento de Medicina Legal	0,55
23	Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente	0,48
6	Departamento de Cirugía Oriente	0,47

El análisis de super-eficiencia refleja que la unidad más eficiente output orientado es Obstetricia y Ginecología Occidente, esto se debe a que, a pesar de su tamaño en insumos, ejecuta una alta cantidad de docencia equivalente en horas a departamentos de mucho mayor tamaño.

Los resultados son equilibrados y reflejan la situación actual de la Facultad.

6.2.4 Revisión de holguras

Las holguras permiten definir nuevas metas para las distintas variables en las facultades, los resultados fueron los siguientes:

Tabla 8: Holguras de docencia de pregrado

DMU	Horas Docentes	Slack	Nueva Meta
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente	1145,99	7761,80	8907,79
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur	1708	7555,29	9263,29
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	3363,35	7306,92	10670,27
Departamento de Medicina Interna Occidente	6929,76	5026,18	11955,94
Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	0	2390,50	2390,50
Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	1876	2338,61	4214,61
Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro	5111,5	1924,66	7036,16
Departamento de Cirugía Sur	3061,5	659,02	3720,52
Departamento de Medicina Legal	356	658,35	1014,35
Departamento de Cirugía Occidente	4264	91,40	4355,40

Tabla 9: Holguras de horas administrativas

DMU	Horas Administrativas	Slack	Nueva Meta
Departamento de Cirugía Oriente	288	389,12	677,12
Departamento de Medicina Interna Occidente	432	238,05	670,05
Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	0	158,19	158,19
Departamento de Cirugía Occidente	144	62,44	206,44
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur	504	41,62	545,62
Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	216	40,88	256,88

Tabla 10: Holguras de estudiantes de especialidad

DMU	Estudiantes de Especialidad	Slack	Nueva Meta
Departamento de Cirugía Oriente	26,00	13,42	39,42
Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	4,00	11,89	15,89
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	41,00	10,20	51,20
Departamento de Medicina Legal	1,00	9,05	10,05
Departamento de Cirugía Centro	10,00	3,63	13,63
Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur	16,00	2,70	18,70
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur	41,00	2,66	43,66
Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro	23,00	0,29	23,29

Tabla 11: Holguras de horas de postgrado

DMU	Horas de Postgrado	Slack	Nueva Meta
Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	2	40,91	42,91
Departamento de Cirugía Oriente	2	5,78	7,78
Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	0	5,08	5,08
Departamento de Cirugía Occidente	0	2,67	2,67
Departamento de Cirugía Sur	0	2,17	2,17
Departamento de Medicina Legal	0	1,98	1,98
Departamento de Cirugía Centro	0	1,02	1,02

Tabla 12: Holguras de publicaciones

DMU	Publicaciones	Slack	Nueva Meta
Departamento de Cirugía Sur	0	8,42	8,42
Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	0	5,94	5,94
Departamento de Cirugía Centro	0	5,41	5,41
Departamento de Medicina Legal	1	4,85	5,85
Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente	2	2,30	4,30
Departamento de Cirugía Occidente	0	1,78	1,78
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur	3	1,51	4,51
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	7	1,28	8,28
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente	3	1,13	4,13
Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur	3	0,80	3,80

Tabla 13: Holguras de ingresos propios

DMU Name	Ingresos Propios	Ingresos Propios	Nueva Meta
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur	12.409.328	125.193.083	137.602.411
Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	8.839.754	83.849.329	92.689.083
Departamento de Medicina Interna Occidente	23.669.070	78.187.293	101.856.363
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur	4.921.569	76.528.013	81.449.582
Departamento de Cirugía Oriente	3.303.140	70.049.788	73.352.928
Departamento de Cirugía Sur	9.708.463	38.153.216	47.861.679
Departamento de Cirugía Centro	1.837.874	27.229.631	29.067.505
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	33.290.736	19.049.189	52.339.925
Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro	6.967.700	18.354.550	25.322.250
Departamento de Cirugía Occidente	3.500.216	17.697.827	21.198.043
Departamento de Medicina Legal	11.051.943	10.172.978	21.224.921

Tabla 14: Holguras de ingresos por proyectos

DMU Name	Ingresos por Proyectos	Slack	Nueva Meta
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur	50.857	9.025.503	9.076.360
Departamento de Medicina Interna Occidente	10.537.275	7.001.181	17.538.456
Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	-	6.455.908	6.455.908
Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente	-	5.460.221	5.460.221
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur	119.175	1.693.245	1.812.420
Departamento de Cirugía Sur	-	1.460.815	1.460.815
Departamento de Medicina Legal	-	1.380.249	1.380.249
Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur	-	1.350.856	1.350.856
Departamento de Cirugía Oriente	-	1.346.236	1.346.236
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente	-	1.298.543	1.298.543
Departamento de Cirugía Centro	-	791.280	791.280

Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	398.250	564.276	962.526
--	---------	---------	---------

6.2.5 Revisión de la condición de eficiencia Pareto-Koopman

Esta condición se cumple para los 10 casos detectados como eficientes.

6.2.6 Propuestas de Acciones Correctivas

Para tomar acciones correctivas se deben considerar los insumos y productos relacionados con los siguientes factores:

1. Nivel de eficiencia.
2. Nivel de supereficiencia.
3. Unidad de referencia (Entregada por el análisis).
4. Holguras.

La primera discriminación necesaria es establecer la priorización entre las unidades con potencial de mejora. Para esto el CRS orientado a *outputs* entrega un indicador que permite seleccionar dichas unidades.

Se sabe que se tienen 15 unidades en condiciones de sub-eficiencia, las que se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 15: Distribución de la eficiencia

Nivel de Eficiencia	Cantidad de unidades	Unidades
0,8 – 1	4	Departamento de Cirugía Sur
		Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro
		Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente
		Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur
0,6 – 0,8	7	Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur
		Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur
		Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente
		Departamento de Cirugía Occidente
		Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente

		Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur Departamento de Medicina Interna Occidente
0,5 – 0,6	2	Departamento de Cirugía Centro Departamento de Medicina Legal
0 – 0,5	2	Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente Departamento de Cirugía Oriente

El primer grupo está en condiciones de alcanzar la eficiencia en el mediano plazo observando a las unidades que son eficientes y de tamaño similar a estos departamentos. El caso con indicadores entre 0.6 y 0,8 debe realizar un esfuerzo mayor, para el que se sugiere definir nuevas metas en función a las holguras definidas.

Una recomendación directa relacionada al nivel de eficiencia es una instrucción del siguiente tipo:

“Para alcanzar un nivel de eficiencia relativo suficiente, el Departamento de Cirugía Oriente debe aumentar sus productos (investigación, docencia y extensión) en un 52,7% sobre lo que actualmente produce”.

En esta recomendación se utilizó el aumento radial definido en el Análisis DEA CCR Orientado a los Outputs.

Otra recomendación podría ser del tipo: “Para el Departamento de Cirugía Occidente, estas medidas debieran traducirse en 91 horas más de docencia de postgrado, lo que significa alcanzar las 4.355 horas totales.”

6.2.7 Resumen de los resultados

El análisis completo de los resultados muestra que existen 10 departamentos en la frontera de eficiencia, los siguientes 15 departamentos fueron agrupados respecto a sus niveles de eficiencia.

El primer grupo corresponde a los departamentos de Cirugía Sur, Obstetricia y Ginecología Centro, Pediatría y Cirugía Infantil Occidente y Pediatría y Cirugía Infantil Sur.

En la tabla 16 se puede ver el índice de eficiencia (w) y el detalle de cada una de las holguras para las unidades respectivas.

El departamento de Cirugía Sur tendría que aumentar todos sus productos en un 2% o seguir las recomendaciones asociadas a sus holguras para alcanzar la frontera de eficiencia:

- Subir la cantidad de horas de docencia de pregrado en 659,02.
- Subir las horas de docencia de postgrado en 2,17.
- Aumentar los ingresos propios en 38 millones.
- Aumentar los ingresos por proyectos en 1.5 millones.

Tabla 16: Grupo 1 eficiencia y holguras

DMU	w	Hrs. Doc	Hrs. Adm	Est. Esp.	Hrs Pos	Pub.	Ing. Prop	Proy
Departamento de Cirugía Sur	0,98	659,02	0,00	0,00	2,17	8,42	38.153.216	1.460.815
Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro	0,94	1924,66	0,00	0,29	0,00	0,00	18.354.550	0
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	0,85	7306,92	0,00	10,20	0,00	1,28	19.049.189	564.276
Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur	0,83	0,00	41,62	2,66	0,00	0,00	125.193.083	9.025.503

El segundo grupo corresponde a los departamentos que se encuentran con el nivel de eficiencia entre 0,6 y 0,8: Neurología y Neurocirugía sur, Psiquiatría y Salud Mental Sur, Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral de Adolescente, Cirugía Occidente, Ginecología y Obstetricia Oriente, Ginecología Sur y Medicina Interna Occidente. Estos departamentos podrían alcanzar niveles de eficiencia en el mediano plazo.

Tabla 17: Grupo 2 eficiencia y holgura

DMU	w	Hrs. Doc	Hrs. Adm	Est. Esp.	Hrs Pos	Pub.	Ing. Prop	Proy
Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur	0,77	0,00	0,00	2,70	0,00	0,80	0	1.350.856
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur	0,77	7555,29	0,00	0,00	0,00	1,51	76.528.013	1.693.245
Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	0,75	2390,50	158,19	11,89	40,91	0,00	83.849.329	0

Departamento de Cirugía Occidente	0,74	91,40	62,44	0,00	2,67	1,78	17.697.827	-
Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	0	5.460.221
Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	0,70	2338,61	40,88	0,00	5,08	5,94	0	6.455.908
Departamento de Medicina Interna Occidente	0,67	5026,18	238,05	0,00	0,00	0,00	78.187.293	7.001.181

El tercer grupo corresponde a los departamentos que se encuentran con el nivel de eficiencia entre 0,5 y 0,6. Equivalen a los departamentos de Cirugía Centro y Medicina Legal.

Tabla 18: Grupo 3 eficiencia y holguras

DMU	w	Hrs. Doc	Hrs. Adm	Est. Esp.	Hrs Pos	Pub.	Ing. Prop	Proy
Departamento de Cirugía Centro	0,55	0,00	0,00	3,63	1,02	5,41	27.229.631	791.280
Departamento de Medicina Legal	0,55	658,35	0,00	9,05	1,98	4,85	10.172.978	1.380.249

El cuarto grupo corresponde a los departamentos que se encuentran con un nivel de eficiencia bajo 0,5 y corresponden a los departamentos de Psiquiatría y Salud Mental Oriente y Cirugía Oriente. Estos departamentos tienen muy baja eficiencia y se recomienda estudiar en detalle su funcionamiento.

Tabla 19: Grupo 4 eficiencia y holguras

DMU	w	Hrs. Doc	Hrs. Adm	Est. Esp.	Hrs Pos	Pub.	Ing. Prop	Proy
Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente	0,48	7761,80	0,00	0,00	0,00	1,13	0	1.298.543
Departamento de Cirugía Oriente	0,47	0,00	389,12	13,42	5,78	0,00	70.049.788	1.346.236

6.3 Segunda Etapa:

La segunda etapa tiene por objetivo descubrir las variables exógenas que explican la eficiencia de las unidades, y de esta forma aportar en acciones que mejoren sustantivamente el desempeño de toda la institución.

6.3.1 Regresión Tobit

El análisis de segunda se ejecutó con el *software R*, previamente se revisó la correlación entre las variables, de manera de mantener un modelo robusto, los resultados fueron los siguientes:

Tabla 20: Correlación entre variables

	Eficiencia	Edad	Concentración	Doctor	Jerarquías	Especialistas	Magíster
Eficiencia	1	0,044	0,310	0,011	0,051	0,059	-0,024
Edad	0,044	1	0,098	0,047	0,602	0,121	0,064
Concentración	0,310	0,098	1	0,519	0,334	-0,395	0,577
Doctor	0,011	0,047	0,519	1	0,302	-0,269	0,243
Jerarquías	0,051	0,602	0,334	0,302	1	0,103	0,152
Especialistas	0,059	0,121	-0,395	-0,269	0,103	1	-0,420
Magíster	-0,024	0,064	0,577	0,243	0,152	-0,420	1

Los resultados muestran que las variables no poseen una alta correlación entre ellas, los resultados de la regresión se pueden ver en la Ilustración 32.

```
> summary(m <- vglm(DEA ~ Edad + Concentracion + Doctor + Jerarquias, tobit(Lower = 0, Upper = 1),
data = dat))
```

```
Call:
vglm(formula = DEA ~ Edad + Concentracion + Doctor + Jerarquias,
      family = tobit(Lower = 0, Upper = 1), data = dat)
```

```
Pearson residuals:
      Min      1Q  Median      3Q      Max
mu      -1.536 -0.7905  0.1437  0.9929  1.954
loge(sd) -1.047 -0.7450 -0.3081  0.5586  2.218
```

```
Coefficients:
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept):1  0.004768   0.880817   0.005  0.9957
(Intercept):2 -1.388757   0.196210  -7.078 1.46e-12 ***
Edad           0.008732   0.017352   0.503  0.6148
Concentracion  1.645904   0.773878   2.127  0.0334 *
Doctor        -0.680061   0.950848  -0.715  0.4745
Jerarquias    -0.335240   0.600467  -0.558  0.5766
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Number of linear predictors: 2
```

```
Names of linear predictors: mu, loge(sd)
```

```
Dispersion Parameter for tobit family: 1
```

```
Log-likelihood: -7.8506 on 44 degrees of freedom
```

```
Number of iterations: 9
```

Ilustración 32: Resultados Tobit. Fuente: Elaboración Propia.

La ilustración muestra que la variable Concentración de la jornada es la única significativa en la regresión *Tobit* sesgada en 0 y 1. Además, el estimador es $1,65 > 0$ por lo que, a mayor concentración de la jornada, mayor eficiencia. Como síntesis, un incremento de 0,16 puntos en esta variable aumentaría en 0,1 puntos la eficiencia.

6.3.2 Análisis de Resultados

Finalmente, y a modo de síntesis de los resultados, cabe destacar que debido a las restricciones existentes se analizaron 25 departamentos clínicos ubicados en los distintos campos de la facultad, el análisis encontró 10 unidades eficientes relativas. Además, dos unidades se encuentran con un nivel de eficiencia muy bajo, menor a la mitad de lo que producían sus pares. Entre los departamentos eficientes se encontraron: El Departamento de Ciencias Neurológicas Oriente; Medicina Interna Centro, Oriente y Sur; Obstetricia y Ginecología Occidente; Pediatría y Cirugía Infantil Centro, Norte y Oriente, y el Instituto de Investigaciones Materno- Infantil.

El análisis de supereficiencia sitúa al Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente primero en el ranking, la explicación a este fenómeno se encuentra en que este departamento posee menos de 5 JCEA académicas y funcionarias. Y a su vez, concentra una alta actividad docente, al ejecutar más del doble de las horas directas que otros departamentos de su tamaño, situación que se repite con la cantidad de estudiantes de especialidad que forma. Otro factor diferenciador son las dos publicaciones ISI que posee la unidad.

Se identificaron cuatro departamentos que están muy cerca de alcanzar la eficiencia, por lo que la gestión de recursos puede centrar en ellos su esfuerzo para aumentar a un nivel óptimo relativo la producción. Estos departamentos son Cirugía Sur; Obstetricia y Ginecología Centro, y Pediatría y Cirugía Infantil Occidente y Sur.

La segunda etapa DEA permitió concluir que, de las seis variables explicativas testeadas, la única significativa fue la concentración de la jornada, encontrándose que un aumento de 0,16 puntos en la concentración de la jornada se traduce en un incremento de 0,1 en la eficiencia.

Este hallazgo es coherente con la realidad, al encontrarse dichos departamentos con concentración de la jornada muy baja. Esto se debe a que dichos “académicos” realizan actividad principalmente *asistencial-docente*, desarrollando de manera excepcional otras actividades académicas productivas.

En función de este hallazgo, también se puede concluir que un aumento de la concentración de la jornada ayudaría a aumentar la masa crítica de las unidades académicas, disminuyendo las anomalías reglamentarias que tal como se ha visto en este estudio se relacionan directamente con la productividad. Este elemento sugiere la creación de una política departamental que los constituya de manera disciplinar, incentivando la colaboración entre los campus. Los medios de

comunicación actuales, como sistemas de videoconferencias y herramientas de trabajo colaborativo, facilitarían el desarrollo de estas sinergias. Esta nueva situación debiera redundar con una disminución en costos de coordinación y de escala.

CAPÍTULO 7: PROPUESTA DE APOYO TECNOLÓGICO

7.1 Especificación de Requerimientos

En el marco del rediseño planteado, la aplicación tecnológica buscará resolver el rediseño planteado anteriormente y ser capaz de obtener datos, realizar cálculos de eficiencia y recomendar acciones a seguir.

7.1.1 Requerimientos Funcionales

Entre los requerimientos funcionales levantados para la aplicación se encuentran los siguientes:

- Ejecutar en una página web.
- Mantener un control de acceso de los usuarios (debe incluir un *login*).
- Disponer de un menú que entregue tres opciones: *Indicadores generales de los departamentos, Análisis de Eficiencia, Recomendaciones*.
- Capturar los datos de distintos sistemas, transformarlos y preprocesarlos guardándolos en una base de datos relacional.
- Seleccionar los datos de la base de datos relacional.
- Mostrar un resumen de indicadores de los departamentos.
- Mostrar gráficos históricos de desempeño.
- Calcular un ranking de eficiencia relativa entre departamentos (DEA).
- Generar un ranking diferenciando los departamentos eficientes (supereficiencia).
- Realizar el cálculo de *slack* (5 veces por DEA realizado).
- Asignar recomendaciones a cada unidad académica.
- Generar un reporte de eficiencia con los análisis realizados.
- Informar en un semáforo los estados de las unidades académicas.

7.1.2 Requerimientos No Funcionales

A su vez, los requerimientos no funcionales son los siguientes:

7.1.2.1 Interfaz

- La aplicación debe contar con una interfaz Web.
- Respetar el diseño de los sistemas de la Facultad de Medicina.
- Al momento de ejecutar una acción, el sistema debe mostrar una barra de avance.
- Describir todos los elementos presentes en el sistema.
- El sistema se comunicará con otras bases de datos mediante *web services*.

7.1.2.2 Desempeño

- Los datos deben cargarse con periodicidad semestral.
- La carga de datos no debe durar más de 1 hora.
- La acción que se ejecuta debe durar a lo más 10 segundos (DEA).

7.1.2.3 Disponibilidad

- El sistema debe tener a lo menos dos ambientes: desarrollo y producción.
- Mantener un *uptime* mayor al 98% durante el horario laboral.

7.1.2.4 Entorno

- Sistema operativo *Windows server 2012*.
- Base de datos *mysql*

7.1.2.5 Ergonómicos

- La interfaz gráfica debe mantener botones para que interactúen las personas.
- Debe permitir la selección *touch* de información.
- Debe permitir el uso del ratón y teclado.

7.1.3 Restricciones de diseño (limitaciones, estándares, tecnologías)

La principal restricción de diseño es que existen variados programas privativos utilizan desarrollos propios para el análisis del DEA. Para el caso de análisis se debe usar librerías *opensource* que permitan ejecutar el análisis envolvente de datos, estas librerías deben integrarse en una interfaz web y además se deben desarrollar las reglas para establecer las acciones correctivas.

Se espera usar *Pentaho Community Data Integration* para generar la integración entre las bases de datos y la base de datos *mysql*. El sistema deberá correr en *Windows server 2012*.

La interfaz web se realizará en *java jsp*.

7.2 Arquitectura Tecnológica

La aplicación hará uso de un *Data Warehouse* para la obtención de los datos. Estos datos serán utilizados para realizar el análisis respectivo.

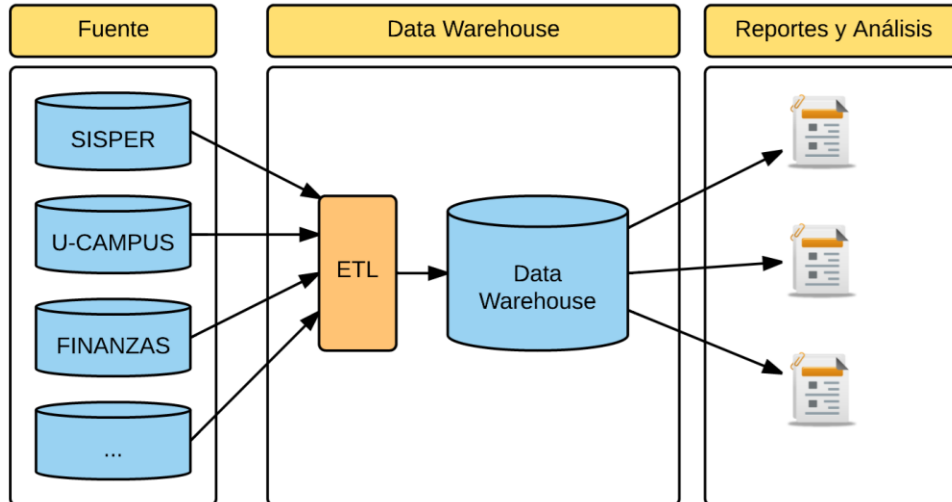


Ilustración 33: Propuesta de Data Warehouse. Fuente: Elaboración Propia.

La aplicación usará *JavaServer Pages* (JSP), tecnología que permite crear páginas web basadas en documentos, similar a *php*, pero que usa el lenguaje de programación *java*.

Además, se utiliza la biblioteca “*Open Source DEA*” que incluye diferentes métodos para resolver el problema, a estos métodos se le deben adaptar pequeños cambios para utilizar en la aplicación.

```

public static void main(String[] args) {

    createData();

    //Crear DEA con 7 DMU y 3 variables
    DEAProblem tester = new DEAProblem(7, 3);

    //Poner DEA MODEL tipo CCR orientado al Input.
    tester.setModelType(ModelType.CCR_I);

    //Definir los nombres de las DMU
    tester.setDMUNames(testDMUNames);

    //Definir nombre de las variables
    tester.setVariableNames(testVariableNames);

    /* Definir cada DEA matrix como double
    * Cada fila corresponde a un arreglo de DMU.
    * Cada columna corresponde al arreglo de la variable.*/
    tester.setDataMatrix(testDataMatrix);
}

```

Ilustración 34: Uso de biblioteca Open Source DEA. Fuente: Elaboración Propia.

7.3 Diseño de la Aplicación

La aplicación ejecutará las siguientes acciones para resolver el problema:

- Recibirá los datos entregados por el usuario.
- Si los datos se encuentran bien cargados procederá a estructurarlos en según los requerimientos de la librería “*Open Source DEA*”.
- Se normalizan los datos.
- Se clasifican los departamentos precargados.
- Corre el modelo DEA CCR orientado en *output*.
- Analiza los resultados obtenidos y arroja los rendimientos.
- Analiza los rendimientos.
- Procesa las holguras.
- Clasifica las soluciones (eficientes y no eficientes).
- Asigna acciones correctivas a cada departamento.
- Imprime el reporte.

7.4 Prototipo Funcional Desarrollado

El prototipo funcional toma los datos según una estructura definida y realiza los análisis mostrando los principales resultados asociados a acciones correctivas:

1. La primera parte consta de un formulario solicitando subir un archivo con los datos de las unidades académicas:



Ilustración 35: Subir archivo con datos por departamentos. Fuente: Elaboración Propia.

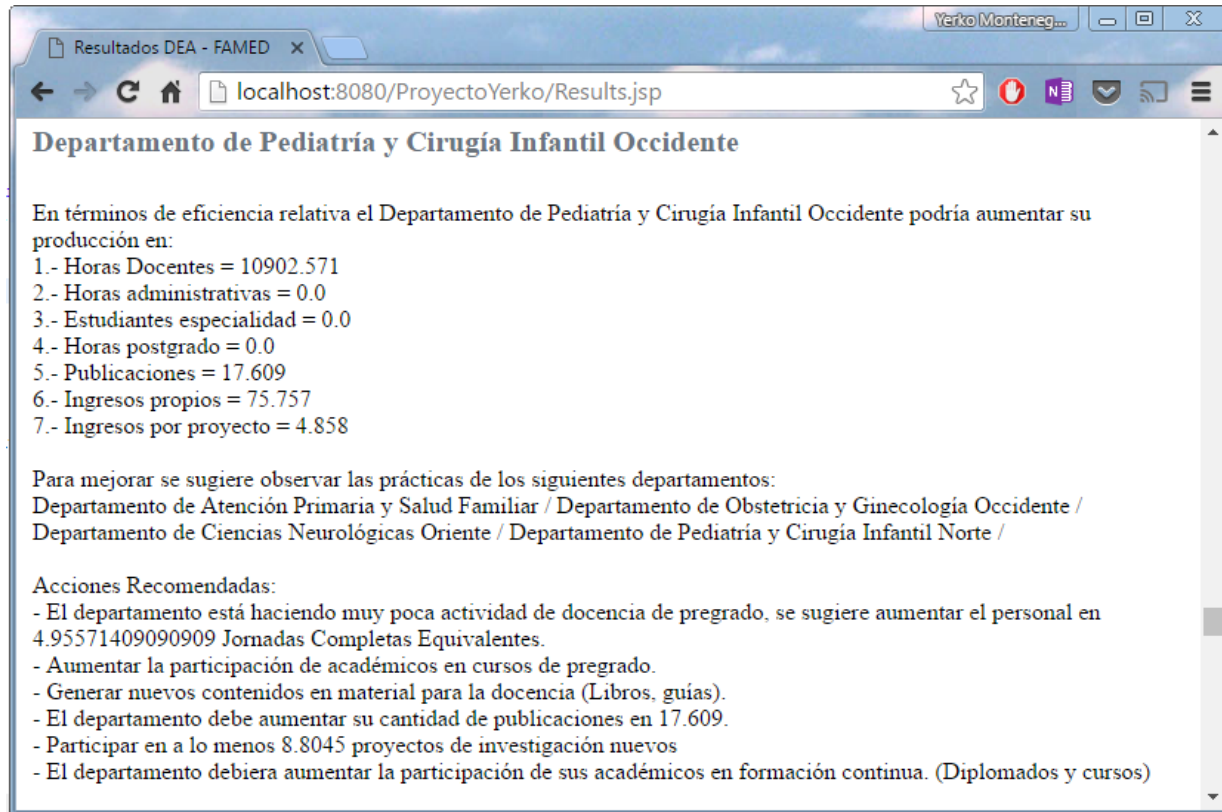
2. Luego muestra una pantalla de resultados:
 - a. Inicialmente muestra los indicadores de eficiencia respectivos para cada unidad:

	DMU	Objetivo
1	Departamento de Medicina Legal	0.571
2	Centro de Medicina Reproductiva y Desarrollo Integral del Adolescente	0.743
3	Instituto de Investigaciones Materno - Infantil	1
4	Departamento de Cirugía Centro	0.568
5	Departamento de Cirugía Occidente	1
6	Departamento de Neurología y Neurocirugía Sur	0.66
7	Departamento de Atención Primaria y Salud Familiar	1
8	Departamento de Obstetricia y Ginecología Sur	0.839
9	Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Oriente	0.503
10	Departamento de Obstetricia y Ginecología Occidente	1
11	Departamento de Cirugía Sur	1
12	Departamento de Obstetricia y Ginecología Centro	0.844
13	Departamento de Obstetricia y Ginecología Oriente	0.568
14	Departamento de Cirugía Oriente	0.697
15	Departamento de Psiquiatría y Salud Mental Sur	0.74
16	Departamento de Ciencias Neurológicas Oriente	1
17	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Sur	0.678
18	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente	0.691
19	Departamento de Medicina Interna Sur	1
20	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Centro	0.933
21	Departamento de Medicina Interna Centro	1
22	Departamento de Medicina Interna Occidente	0.644
23	Departamento de Medicina Interna Oriente	1
24	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Oriente	1
25	Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Norte	1

Resultados Generales DEA

Ilustración 36: Indicadores de Eficiencia. Fuente: Elaboración Propia

- b. Inmediatamente muestra para cada unidad académica los resultados específicos y las acciones correctivas:



Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente

En términos de eficiencia relativa el Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente podría aumentar su producción en:

- 1.- Horas Docentes = 10902.571
- 2.- Horas administrativas = 0.0
- 3.- Estudiantes especialidad = 0.0
- 4.- Horas postgrado = 0.0
- 5.- Publicaciones = 17.609
- 6.- Ingresos propios = 75.757
- 7.- Ingresos por proyecto = 4.858

Para mejorar se sugiere observar las prácticas de los siguientes departamentos:
Departamento de Atención Primaria y Salud Familiar / Departamento de Obstetricia y Ginecología Occidente /
Departamento de Ciencias Neurológicas Oriente / Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Norte /

Acciones Recomendadas:

- El departamento está haciendo muy poca actividad de docencia de pregrado, se sugiere aumentar el personal en 4.95571409090909 Jornadas Completas Equivalentes.
- Aumentar la participación de académicos en cursos de pregrado.
- Generar nuevos contenidos en material para la docencia (Libros, guías).
- El departamento debe aumentar su cantidad de publicaciones en 17.609.
- Participar en a lo menos 8.8045 proyectos de investigación nuevos
- El departamento debiera aumentar la participación de sus académicos en formación continua. (Diplomados y cursos)

Ilustración 37: Detalle del Departamento de Pediatría y Cirugía Infantil Occidente. Fuente: Elaboración Propia

Los resultados visibles indican las nuevas metas del departamento, los departamentos de referencia y las acciones recomendadas de mejora.

CAPÍTULO 8: EVALUACIÓN DEL PROYECTO

8.1 El Proyecto

El posicionamiento estratégico de mejor producto con diferenciación obliga a la Facultad de Medicina a tomar medidas en busca de generar mayor conocimiento y aumentar la calidad para mejorar esta diferenciación. Esta situación ha hecho necesario conocer el desempeño actual de las unidades académicas para detectar en que se falla.

La Facultad no tiene formalizado un proceso de monitoreo y control de la actividad académica. Lo que implica que no se pueden identificar las mejores prácticas y reproducirlas entre las unidades, generándose brechas relevantes en términos de eficiencia.

Con el objetivo de generar una mayor innovación que afecte las actividades de la cadena de valor de la Facultad, es necesario resolver las falencias actuales. Esto implica formalizar el proceso de monitoreo académico de las unidades académicas, medir la eficiencia interna de sus unidades y generar acciones correctivas.

El proyecto busca formalizar el proceso, medir la eficiencia relativa de las unidades y establecer reglas de acciones correctivas para apoyar la toma de decisiones directiva de la Facultad.



Ilustración 38: Esquema de proyecto. Elaboración propia

8.1.1 Cliente

El proyecto está diseñado para ser usado por el Director Académico y los directores de departamentos y, a su vez, se espera que impacte en la mejora continua de las unidades académicas, aumentando la productividad general de la facultad.

8.1.2 Beneficios

El objetivo central es aumentar la eficiencia de las unidades académica formalizando el control y automatizando la generación de acciones correctivas. Lo anterior debiera conllevar a que la Facultad tenga un mayor conocimiento sobre sus

unidades académicas, detectando quiénes lo hacen mejor, quiénes tienen mayores ingresos, investigación y docencia.

Lo anterior irá acompañado de un mecanismo automático de retroalimentación que asigne metas en función de la eficiencia de las unidades, de manera que la frontera de eficiencia vaya mejorando constantemente.

Situación Actual	Proyecto
<ul style="list-style-type: none">• Muchas unidades académicas. ¿Quién lo hace mejor?• No existe un proceso de Monitoreo y Control enfocado en la gestión.• Déficit económico de la Universidad.• No se conoce un modelo a seguir.• No existe gestión orientada a la estrategia.	<ul style="list-style-type: none">• Proceso de Monitoreo y Control definido.• Análisis de eficiencia relativa que permita identificar mejores prácticas.• Se conoce quién lo hace mejor => compartir prácticas.• Mecanismo retroalimentación automático.• Asignación de metas de eficiencia a las unidades. (Holguras)• Subir constantemente la frontera de eficiencia.

Ilustración 39: Situación actual y situación con proyecto

8.1.3 Estructura organizacional de la implementación y posterior operación del proyecto

Los responsables del proyecto son las autoridades de la Facultad de Medicina, en particular la Dirección Académica. Se espera que sea ejecutada por la coordinadora de gestión académica que depende directamente del Director Académica; ella será quién elabore el reporte que revisará el Director Académico al momento de planificar la gestión del año o semestre.

El Director Académico informará nuevas metas a los directores de departamento correspondiente, creará nuevos fondos concursables en función de las brechas detectadas, felicitará a las unidades que mantienen buenos desempeños, entre otras tareas derivadas del análisis.

Desde el punto de vista de la gestión, el proceso se plantea como un cambio relevante en la organización, ya que busca que las decisiones se orienten en gestión estratégica. Al no existir un proceso previo de control, el proyecto lo formaliza y genera acciones automáticas, a la vez busca que los recursos ocupados para realizar el análisis sean los menos posibles para asegurar su sustentabilidad.

El sistema debe considerar elementos de usabilidad que hagan de su manejo intuitivo y fácil.

Para cumplir los objetivos que se imponen, se han definido algunos elementos para la implementación:

1. Capacitación: Se enseñará el uso de la herramienta al Director Académica quién es el cliente principal, y también a la coordinadora académica quién probablemente será la encargada de correr el programa a petición del director. Finalmente, está considerada también la unidad de informática de la Facultad, quienes darán soporte y podrán a petición del director actualizar la herramienta.
2. Manual de uso: Se dejará un manual de uso que sea explícito en la forma de utilización de la herramienta.
3. Apoyo disciplinar: Es necesario impulsar el desarrollo de competencias de gestión en los directores de las unidades, para esto se plantean algunas medidas para la Facultad. Tales como la realización de un curso básico que entregue competencias de control de gestión a los directivos de unidades.

8.2 Plan de Marketing

Debido a que el proyecto busca implementar un proceso de evaluación de la actividad de las unidades académicas. Es importante indicar que no evalúa sobre personas, sino sobre instituciones (Departamentos). Otra situación relevante, relacionada al impacto en las personas desde el punto de vista del proyecto, es que actualmente no existen mecanismos de evaluación periódicos que sean analizados desde la gestión.

Otro factor es la situación de déficit económico que vive la Facultad de Medicina, esta situación hace complejo el actuar político por la tensión existente entre los distintos estamentos. Esta tensión se ha visto reflejada en tomas y paros realizados en los meses previos a este proyecto. En coherencia con lo anterior, este proyecto lo que busca es un aumento de productividad apoyando la toma de decisiones desde un punto de vista de la gestión, identificando metas correctas y orientando a la institución hacia la eficiencia recomendando acciones correctivas; esto aprovechando los recursos humanos con que la organización dispone hoy en día, en ningún caso prescindiendo de ellos.

La situación mencionada muestra que el proyecto afectará intereses de distintos grupos de personas e instituciones, por lo que es necesario establecer un plan de marketing que entregue claridades sobre el alcance del proyecto, su intención y su necesidad.

Por su parte, tal como se mencionó anteriormente, el proyecto no busca prescindir del recurso humano actual si no que aprovechar sus capacidades definiendo nuevas metas y recomendando acciones a las unidades académica. Y como la Facultad se encuentra en una situación de sustentabilidad financiera compleja; el objetivo del proyecto a comunicar es:

“Aumentar continuamente la eficiencia de las unidades académicas para formar al más alto nivel profesionales y conocimiento para el país. Y así mantener una Facultad sustentable en todo ámbito”.

8.2.1 Objetivos del Plan de Marketing

Para el Plan de Marketing se han definido cuatro objetivos que entreguen claridad sobre el proyecto y que a su vez permitan alinear a los interesados con el objetivo del proyecto.

Estos elementos son:

1. Comunicar los alcances del proyecto a distintos niveles de interesados.
2. Enmarcar el proyecto en reducir la situación crítica de la Facultad.
3. Transmitir la necesidad de orientar la gestión hacia la estrategia, por lo que es necesario comunicar la estrategia.
4. Brindar herramientas de capacitación a los usuarios de la plataforma de manera de facilitar la implantación del proyecto.

8.2.2 Alcance

El alcance del Plan de marketing es interno, busca alinear a todos los relacionados en la gestión académica e informar a quiénes podrían verse involucrados en alguna medida el proyecto, esto implica: Directivos de la facultad y directores de departamentos, institutos y centros.

La duración del plan de marketing es de 6 meses y sus dos partes principales son:

Comunicar la estrategia y visión:

Esta primera parte consta de generar mensajes a directivos, ellos se concentran en el consejo de Facultad, por lo que se puede aprovechar esta instancia de comunicación, sobre todo considerando la capacidad normativa que posee. Otra herramienta importante son los correos electrónicos de parte del Director Académico y el Decano.

Capacitación:

La capacitación implica en entregar las herramientas de operación en la aplicación realizada a los directivos, para lo cual se realizarán charlas a directores de departamentos y funcionarios encargados de gestión. En estas charlas se deberán entregar manuales explicativos.

En función de lo anterior, el Plan de Marketing se resume en la Tabla 21

Tabla 21: Plan de Marketing

Plan de Marketing Interno	Monto inicial	
Comunicar la estrategia y visión	44 UF	Análisis en función del tiempo dedicado por los principales encargados de difundir el proyecto. (Decano – Director Académico - 1,1 UF / hora)
Capacitación Inicial	43 UF	Impresión de 100 Manuales Charlas de capacitación - 1 por campus. (1 UF / hora 24 horas)
Total	87 UF	

Plan de Marketing Interno	Monto fijo semestral	
Comunicar la estrategia y visión	5 UF	Difusión interna electrónica
Total	5 UF	

8.3 Factores críticos

Para el proyecto se definen los siguientes factores críticos:

- Infraestructura tecnológica necesaria para el funcionamiento de la aplicación.
- Disposición política de la organización, respaldo del Director Académico y las principales autoridades para que su funcionamiento se lleve a cabo.
- Correcta aplicación de las capacitaciones y plan de marketing para reducir la generación de malentendidos y riesgos políticos al proyecto.
- El financiamiento es bajo, pero es necesario asegurarlo para el funcionamiento.
- Encapsular el conocimiento de gestores con capacidad de solucionar problemas que permitan establecer las mejores reglas de recomendación automática.

8.4 Plan de Operaciones

8.4.1 Estudio Técnico

Para efectos de estudio del proyecto se han definido dos partes: desarrollo e implementación, y operación.

La primera fase se refiere al análisis de procesos, la construcción del modelo de eficiencia, el estudio para encapsular las reglas de decisión y el desarrollo de la aplicación web con sus respectivas reglas de usuarios (definiciones de roles). La segunda etapa consta de la operación del proyecto y se refiere a la capacitación periódica, el soporte y las actualizaciones que reciba el sistema.

Desde este punto de vista, la etapa de desarrollo e implementación estará a cargo de la Dirección Académica, mientras que el soporte y actualización dependerá de la subdirección de informática.

8.4.2 Proyecto Tecnológico

Tal como ha sido representado previamente, el proyecto constituye un ciclo que reproduce un patrón de procesos específico. Esto implica monitorear la ejecución para tomar acciones correctivas. Además, permite identificar las unidades de referencia para las nuevas metas que defina la unidad.

8.4.3 Actividades de Operación

El plan de operaciones del proyecto involucra lo siguiente:

1. Definición de tecnologías:
 1. Revisión del proceso (4 semanas): Consigna el diagnóstico y levantamiento tecnológico, define cómo las aplicaciones acompañarán el proceso.
 2. Identificación de herramientas a utilizar (2 semanas): Implica estudiar y decidir las herramientas a utilizar.
2. Montar el ambiente de desarrollo (1 semana): Implica preparar la máquina donde se ejecutará el ambiente de desarrollo y producción. Las tecnologías utilizadas serán JSP sobre *tomcat*.
3. Desarrollo de la aplicación
 1. Subir datos mediante página web. (1 semana): Esta es la parte inicial de la aplicación y consta en que los datos puedan ser subidos mediante formato *excel* al aplicativo. En el proceso se define un encargado de recopilar periódicamente los datos y subirlo.
 2. Llamar a datos subidos. (1 semana): Esta actividad implica preprocesar los datos subidos desde el *archivo xlsx* para que sean utilizados en el cálculo de eficiencia. Esto implica estructurar los datos y generar los arreglos para que el modelo corra adecuadamente.
 3. Desarrollo de DEA problema (1 semana): Se debe desarrollar la matemática del modelo con sus restricciones.
 4. Obtener resultados (1 semana): Se deben generar los métodos y clases necesarias para obtener resultados. Estos resultados serán guardados en nuevos arreglos en los que se procesarán las acciones correctivas.
 5. Desarrollo de acciones correctivas (1 semana): En función de los resultados se deben cargar las acciones correctivas del modelo. Estas

acciones buscan ayudar al tomador de decisión y dependerán de las holguras, y el indicador de eficiencia del modelo.

4. Desarrollo de interfaz gráfica (2 semanas): Adaptar la interfaz gráfica para que la aplicación sea fácil de usar.
5. Desarrollo de reporte (1 semana): Adaptar los campos del reporte que mostrará la aplicación.

8.5 Evaluación Financiera

Desde el punto de la evaluación económica del proyecto, este produce un diferencial de ingresos y de costos reflejado en el siguiente análisis:

8.5.1 Costos:

Equipamiento e Infraestructura: La Universidad de Chile cuenta con la Dirección de Servicios de Tecnologías de Información y Comunicaciones (STI), esta dirección ofrece el servicio de datacenter a diferentes unidades pertenecientes a la Universidad.

El Servidor que mantendrá la aplicación tendrá las siguientes características:

- x2 vCPU Intel Xeon CPU E5-2470 0 @2.30 GHz
- 50 GB de almacenamiento
- 1 GB de RAM
- Dirección IP pública fija.
- Licencias y *software* de desarrollo: JSP - Tomcat.

El valor base del servicio mensual es de 1,5 UF.

Por su parte, se consideran precios de profesionales y funcionarios de la facultad de acuerdo con lo que indica el portal de transparencia:

En la tabla 22 se puede apreciar el costo de la etapa de desarrollo del proyecto, en la tabla 23 los costos de operación y en la tabla 24 los costos de capacitación:

Tabla 22: Desarrollo

Desarrollo	Costo inicial	
Desarrollo de la aplicación	65 UF	Desarrollador: 0,32 UF/hora (200 horas)
Jefe de Desarrollo	27 UF	Subdirector de Informática: 0,54UF/hora (50 horas)
Analista de Procesos	132 UF	Ingeniero: 0,32 UF/hora (400 horas)
Diseño web	38 UF	Diseñador web: 0,21 UF/hora (176 horas)
Total	262 UF	

Tabla 23: Operación del proyecto

Operación del proyecto	Costo semestral	
SopORTE y actualización	16 UF	Desarrollador: 0,32 UF/hora (50 horas)
Infraestructura	9 UF	STI (Costo mensual: 1,5 UF)
Total	25 UF	

Tabla 24: Capacitación

Capacitación	Costo semestral	
Capacitación	19,2 UF	Ingeniero:0,32 UF/hora (30 horas) + 9,6UF 50 manuales

8.5.2 Beneficios:

Por su parte, para los beneficios se considera un caso exitoso en que las nuevas metas tengan resultados. Es importante aclarar la posición de poder que posee la unidad tomadora de decisión; esto porque la Dirección Académica es la encargada de velar por el desarrollo académico de las unidades, teniendo a su disposición distintas herramientas de apoyo a los departamentos. Además, es quién dirige el comité de recursos humanos que autoriza los cargos y nuevas contrataciones y quién define los criterios académicos del presupuesto de las unidades.

La situación anterior le entrega una posición de poder que le permite exigir el cumplimiento de ciertas metas. Bajo el supuesto de que existen 52 unidades académicas y a raíz del proyecto, dos muestran mejores resultados, se plantea la siguiente situación base:

- Una mayor actividad académica para una unidad que posee bajos ingresos traducida en un nuevo diplomado.
- Se produce un nuevo diplomado al año 2 del proyecto.
- Bajo la lógica de funcionamiento, los diplomados autofinancian su operación. En este ámbito, la Facultad obtiene un 20% de sus ingresos, con el 80% restante los académicos financian sus productividades y los gastos operacionales del diplomado.

Tabla 25: Beneficios

Arancel diplomado	65,4 UF
Cantidad de alumnos	40
Ingresos diplomado	2615,4 UF
20% Facultad	523,1 UF

8.5.3 Flujo de caja

Tabla 26: Flujo de caja

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Ingresos					
Ingresos por mayor actividad (1 diplomado)		0	523	523	523
Costos Directos					
Ingeniero (50 horas) - Soporte y actualización		-32	-32	-32	-32
Infraestructura		-18	-18	-18	-18
Costos directos		-50	-50	-50	-50
Gastos en administración					
Plan de Marketing		-10	-10	-10	-10
Capacitación		-38,4	-38,4	-38,4	-38,4
Gastos de administración		-48,4	-48,4	-48,4	-48,4
Pérdidas del ejercicio anterior		0	-98,4	0	0
Depreciación					
Utilidad antes de impuesto		\$ -98	\$ 326	\$ 425	\$ 425
Impuesto (27%)		\$ -	\$ 88	\$ 115	\$ 115
Utilidad después de impuestos		\$ -98	\$ 238	\$ 310	\$ 310
Depreciación					
Perdidas del ejercicio anterior		0	98,4	0	0
Flujo de caja operacional		-98	337	310	310
Inversión Inicial (Desarrollo)	-349				
Flujo de caja	-349	-98	337	310	310

Si se considera una tasa del 6% anual (considerada en la Facultad de Medicina para proyectos), se obtiene un VAN de 363,4 UF y una TIR de 33%.

Tasa de descuento	6%
VAN	363,4
TIR	33%

8.5.4 Análisis de Sensibilidad

Para complementar el análisis de flujo de caja, se plantea un análisis de sensibilidad en función a las variables principales: Inversión, Ingresos y Gastos de administración:

Tabla 27: Análisis de Sensibilidad

Análisis de sensibilidad	Variación (%)	VAN	TIR
Inversión	10%	328,5	29%
Inversión	30%	258,7	22%
Inversión	-10%	398,3	37%
Inversión	-30%	468,1	49%
Ingresos	10%	459,7	39%
Ingresos	30%	652,3	49%
Ingresos	-10%	74,6	12%
Ingresos	-30%	267,2	6%
Gastos de administración	30%	326,5	30%
Gastos de administración	-30%	400,4	35%

El análisis muestra que las principales variaciones se producen con los ingresos, en el caso de que estos disminuyan un 10% se logra una TIR de un 12% y con una disminución de un 30%, esta sería de solo un 6%; donde sería neutra la decisión. Para el caso de las otras variables la sensibilidad es menor y ante escenarios realistas la probabilidad de que la TIR sea menor que 6% es muy baja.

A su vez, la suposición de ingresos inicialmente definida es mínima en función con las posibilidades de creación de beneficios que dispone la Facultad de Medicina, ya sea en la docencia, investigación o extensión.

8.5.5 Análisis de Escenario

Por otra parte, se realizó un análisis de escenarios que mezclan los cambios de ingresos, gastos administrativos y de inversión; el resumen se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 28: Análisis de Escenario

Análisis de Escenarios	VAN	TIR
Escenario muy malo (ingreso -30%, gastos adm+30%, inversión +30%)	-67	1%
Escenario malo (ingreso -20%, inversión +30%)	0,662	11%
Escenario probable	363,4	33%
Escenario bueno (nuevo diplomado año 2)	986,4	59%
Escenario muy bueno (nuevo diplomado año 2, gastos adm -20%)	1011	61%

Tal como se puede apreciar, solo en el caso muy malo el proyecto no sería rentable; incluso el escenario bueno que según la perspectiva y posibilidades que dispone la facultad es un escenario muy probable, plantea una TIR de un 59%.

El siguiente gráfico muestra un resumen de la situación de escenarios:

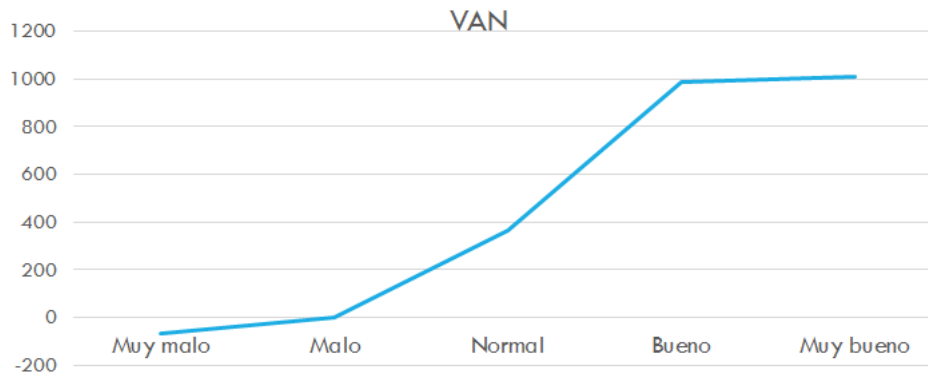


Ilustración 40: Análisis de Escenarios

El análisis de sensibilidad demuestra la factibilidad del proyecto y que en casi cualquier escenario probable se transformará en mayor utilidad para la institución.

CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES

La Facultad de Medicina de la Universidad de Chile es líder en formación de profesionales de la salud y en investigación en su área, este posicionamiento se ve amenazado por el entorno competitivo actual, en el que otras universidades están aumentando la formación de profesionales de la salud y desarrollan mayor investigación relacionada.

A su vez, el país plantea una serie de necesidades a la universidad, en cuanto ésta es la principal institución llamada a hacerse responsable de ellos. Los indicadores sanitarios nacionales se han ido deteriorando debido principalmente a las enfermedades crónicas como la diabetes e hipertensión, y la obesidad; lo que acompañado al progresivo envejecimiento de la población plantea desafíos de salud relevantes para el futuro.

Varios estudios concluyen que los problemas sanitarios del país pueden resolverse en una combinación de elementos: como la formación de calidad de médicos y profesionales de la salud, un aumento en la oferta de docencia en las Universidades y en la entrega de mayores responsabilidades asistenciales a los profesionales no médicos. Estos elementos plantean desafíos en la modernización de las carreras del área de la salud y en el aprendizaje en el uso de tecnologías en el proceso de atención del paciente, haciendo más eficiente la atención de salud, y asegurando la calidad de los procesos.

A nivel interno, la Facultad atraviesa por un periodo de dificultad financiera, en su estructura presupuestaria (superior a los \$30.000 millones), aproximadamente el 80% del gasto se concentra en el pago de remuneraciones, situación que deja muy poco espacio para la innovación en las actividades académicas. Esto ha limitado los espacios para el desarrollo de nuevas capacidades.

Entre varios factores, se ha desencadenado una deuda interna de \$11.851 millones a diciembre del 2015. Con un incremento esperado del orden de los \$3.300 millones para el año 2016.

Otra limitante detectada es la baja masa crítica de académicos en algunos departamentos, entre las causas de esta situación se encuentra la gran cantidad de unidades académicas que dispone la Facultad. Muchas de ellas comparten campo disciplinar, pero por razones históricas se encuentran separadas. Esta situación ha producido unidades académicas de 5 jornadas completas equivalentes con una concentración de jornada muy baja, es decir, casi con la totalidad de sus académicos en régimen menor a 11 horas semanales. Esta anomalía no deja espacio para que se generen sinergias académicas, por lo que se ve disminuida la eficiencia de dichas unidades. A su vez, mantener una institución con 52 unidades

académicas implica replicar los servicios de gestión y administración para cada uno de ellos, aumentando la relación entre funcionarios no académicos y académicos.

Relacionado a lo mismo, la normativa universitaria vigente define mediante el Reglamento General de Facultades que los departamentos deben contar con al menos 12 jornadas completas equivalentes anualizadas y 3 profesores de las dos más altas jerarquías con al menos 22 horas contratadas, lo que se considera una masa crítica mínima para llevar a cabo una actividad académica de calidad. Al momento del análisis, solo 19 departamentos cumplían el reglamento, es decir, menos de un 40%. Esto, confirma lo planteado anteriormente.

Con intención de enfrentar el problema mencionado, y asegurando el posicionamiento estratégico de mejor producto de la Facultad, se estudiaron los procesos de la Facultad. En este estudio, se detectó que no existía la formalización de un proceso de monitoreo académico que permitiera conocer el estado de las unidades y menos entregar acciones correctivas para la gestión.

Así, se plantearon mecanismos que permitieran detectar la eficiencia relativa de las unidades académicas. Este problema posee complicaciones debido a los múltiples insumos y productos que necesita y genera cada departamento.

Para determinar la eficiencia relativa se planteó el uso del Análisis Envolvente de Datos, *método no paramétrico* y de *programación lineal* que utiliza una frontera de producción e identifica las mejores prácticas de las distintas unidades de manera de determinar un grupo que mantiene la mayor eficiencia relativa. Para diseñar una metodología de trabajo se estudiaron publicaciones que trataban problemas similares en el ámbito educacional.

Debido a restricciones del modelo planteado, se analizaron las unidades en grupos similares; el caso más importante fue el de 25 unidades académicas que pertenecían principalmente a departamentos clínicos ubicados en distintos campus de la Facultad de Medicina. El análisis encontró 10 unidades académicas eficientes y dos unidades que se encontraban con un nivel de eficiencia menor a la mitad de lo que producían sus pares. Entre los departamentos eficientes se encontraron: El Departamento de Ciencias Neurológicas Oriente; Medicina Interna Centro, Oriente y Sur; Obstetricia y Ginecología Occidente; Pediatría y Cirugía Infantil Centro, Norte y Oriente, y el Instituto de Investigaciones Materno- Infantil.

También se identificaron cuatro departamentos que están muy cerca de alcanzar la eficiencia, por lo que la gestión de recursos puede centrar en ellos su esfuerzo para aumentar a un nivel óptimo relativo la producción. Estos departamentos son Cirugía Sur, Obstetricia y Ginecología Centro, y Pediatría y Cirugía Infantil Occidente y Sur.

En busca de apoyar la toma de decisiones, facilitando la gestión. Se propuso una serie de acciones correctivas identificadas en este análisis. Estas acciones utilizan

el indicador de eficiencia, el grupo de departamentos de referencia que entrega el modelo, las holguras y el aumento radial. Estas instrucciones debieran aportar en la toma de decisiones directiva y así generar un aumento de eficiencia con acciones de corto plazo.

Una segunda etapa consistió en disponer información de utilidad para establecer cambios estructurales en la Facultad de Medicina, aportando información al proceso de desarrollo de nuevas capacidades. Metodológicamente este análisis se realizó con la *regresión Tobit* y es conocido en la literatura como “segunda etapa DEA”. El objetivo fue buscar variables explicativas a la eficiencia, en este análisis se testearon seis variables y del que se concluyó que el único elemento significativo para el aumento de la eficiencia fue la concentración de la jornada, encontrándose que un aumento de 0,16 puntos en la concentración de la jornada se traduce en un aumento de 0,1 en la eficiencia.

Este hallazgo es coherente con la realidad, al encontrarse departamentos con concentración de la jornada muy baja. Esto se debe a que dichos “académicos” realizan actividad principalmente *docente-asistencial* y desarrollando excepcionalmente otras actividades académicas.

En función de este hallazgo, también se puede concluir que un aumento de la concentración de la jornada ayudaría a aumentar la masa crítica de las unidades académicas; disminuyendo las anomalías reglamentarias que, tal como se ha visto en este estudio, se relacionan directamente con la productividad. Por esto, se sugiere el desarrollo de una política departamental que los constituya de manera disciplinar, incentivando la colaboración entre los campus. Los medios de comunicación actuales como sistemas de videoconferencias y herramientas de trabajo colaborativo facilitarían el desarrollo de estas sinergias. A su vez, esto desencadenaría en menores costos de coordinación y de escala. Lo que debiera ir alineado con la disminución de las unidades académicas por medio de la unión de las que sean afines en términos disciplinares.

En términos de proyecto, se formaliza el proceso descrito en este análisis, de manera de que se encuentre disponible en la operación. Para esto, se diseñó una aplicación web que toma los datos, los transforma y procesa obteniendo un indicador de eficiencia y acciones correctivas para cada unidad académica. Esta aplicación busca ser de utilidad para la mejora operativa de los departamentos.

Finalmente, este estudio en ningún caso buscaba explicar los problemas económicos que existían en la Facultad, la misma orientación que se aplicó en el modelo (DEA CCR orientado a los outputs) es útil para establecer nuevas metas a las unidades académicas y determinar departamentos de referencia. Estas metas debieran ser alcanzables por las unidades con los recursos que disponen, por lo que una disminución de la planta académica o cualquier propuesta relacionada se

encuentra fuera de análisis. A su vez, mediante la definición de estas nuevas metas, considerando las acciones correctivas que plantea el estudio, el aumento de productividad debiera ir en ayuda de la disminución del déficit económico.

Independiente de lo anterior, la mera intuición de los resultados aquí presentados indica que el problema de la Facultad de Medicina responde a una estructura con excesiva replicación de servicios y recursos desde el punto de vista académico. Las metas que aquí se sugieren podrían ser mucho más altas si las unidades tuvieran mayor concentración de jornada.

En términos de evaluación económica, el solo hecho de que este proyecto incentive en la formación de un diplomado, justifica su existencia. Siendo muchos más los productos que se debieran generar. Pudiendo solo la formalización del proceso de monitoreo incentivar la creación de nuevos recursos para la Facultad. En casi cualquiera de los casos en estudio, este proyecto es viable. Las utilidades podrían ser importantes si las acciones correctivas que incluye se actualizan en función a las nuevas prácticas encontradas de las unidades eficientes.

CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA

- Abbott C., D. M. (2003). The Efficiency of Australian Universities: A Data Envelopment Analysis. *Economics of Education Review*, 89-97.
- Barros, O. (2013). *Ingeniería de Negocios: Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones TI*.
- Barros, O. (2016). *Ingeniería de Negocios: Diseño Integrado de Servicios, sus Procesos y Apoyo TI*. Santiago.
- CAK, L. (1993). Production Frontiers and Productive Efficiency. in Fried HO and SS Schmidt (eds.) the Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications. *Oxford U.K*, Oxford U.K.
- Charnes, A. C. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*. , 429-444.
- Drake L., B. H. (1994). Relative Efficiency in the Branch Network of a UK Bank: An Empirical Study." *Omega* 22(1): 83-90. *Omega*, 83-90.
- Farrel, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statical Productivity Analysis*, 253-290.
- Flegg, A. A. (2003). Measuring the efficiency and productivity of British universities: an application of DEA and the Malmquist approach. *University of the West of England, Department of Economics, series Discussion Paper*, 304.
- Hax, A. (2010). *El modelo delta*.
- Hoff, A. (2007). Second stage DEA: Comparison of approaches for modelling the DEA score. *European Journal of Operational Research* 181(1), 425-435.
- Johnes, J. (2006). Measuring teaching efficiency in higher education: An application of data envelopment analysis to economics graduates from UK Universities 1993. *European Journal of Operational Research*, 443-456.
- Kao, C. &. (2008). Efficiency analysis of university departments: An empirical study. . *Omega*, 36(4), 653-664.
- Katharaki, M. K. (2010). A comparative assessment of Greek universities' efficiency using quantitative analysis. *International Journal of Educational Research*, 115-128.
- Mackinsey. (2004). When IT lift Productivity.
- Martín, E. (2003). An application of the Data Envelopment Analysis Methodology in the performance assessment of the Zaragoza University Departments. *Documentos de trabajo (Universidad de Zaragoza. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales)*.

- MECESUP. (02 de 05 de 2016). *www.mecesup.cl*. Obtenido de AFI-2014: http://www.mecesup.cl/index2.php?id_seccion=4632&id_portal=59&id_contenido=29199
- Mi Futuro - MINEDUC. (06 de 2015). Obtenido de <http://mifuturo.cl/>
- MINSAL. (06 de 2015). *DEIS*. Obtenido de Años de vida Potencial Perdidos: <http://www.deis.cl/indicadores-basicos-de-salud/anos-de-vida-potencial-perdidos-avpp/>
- NU. CEPAL. División de Estadística y Proyecciones Económicas. (2007). *El método DEA y su aplicación al estudio del sector energético y las emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- Nur Azlina Abd Aziz, R. M. (2012). Comparative Departmental Efficiency Analysis within a University, A DEA Approach. . *6° International Conference on University Learning and Teaching*. *6° International Conference on University Learning and Teaching (InCULT 2012)*, (págs. 540-548).
- O. Barros, C. J. (2011). Enterprise and process architecture. *Business Process Management Journal*, Vol. 17 Iss: 4, pp.598 - 618.
- OCDE. (s.f.). *Estadísticas de la OCDE sobre la salud 2014*. Obtenido de <http://www.oecd.org/els/health-systems/Briefing-Note-CHILE-2014-in-Spanish.pdf>
- Ostelwalder, A. (2010). *Business Model Generation*.
- P Petersen, N. A. (1993). A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science* 39(10):, 1261-1264.
- Pastor, L. C. (1995). Units Invariant and Translation Invariant DEA Models. *Operations Research Letters* 1, 147-151.
- Petersen, A. P. (1993). A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis. *Management Science* 39(10), 1261-1264.
- Porter, M. (1996). What Is Strategy? *Harvard Business Review*.
- Porter, M. (2008). Value-Based Health Care Delivery. *Annals of Surgery*, 503-509.
- Ramanathan, R. (2006). *An Introduction to Data Envelopment Analysis*. New Delhi: Sage Publications.
- Ramírez-Correa, P. P.-V.-P. (2012). Evaluating the efficiency of the higher education system in emerging economies: Empirical evidences from Chilean universities. . *African Journal of Business Management*, 6(4),, 1441-1448. .
- Schuschny, A. (2007). *El método DEA y su aplicación*. Santiago: CEPAL.

- Sherman, D. y. (2013). Analyzing Performance in Service Organization. *MIT Sloan Management Review*.
- So Young Sohn, Y. K. (2012). DEA based multi-period evaluation system for research in academia. *Expert Systems with Applications: An International Journal*, 8274-8278 .
- Tyagi, P. Y. (2009). Relative performance of academic departments using DEA with sensitivity analysis. . *Evaluation and Program Planning*, 32(2), , 168-177.
- Universidad de Chile. (06 de 2015). *Estatuto de la Universidad de Chile*. Obtenido de <http://www.uchile.cl/portal/presentacion/institucionalidad/58046/estatuto-de-la-universidad-de-chile>
- Universidad de Chile. (05 de 2015). *Presentación Institucional*. Obtenido de <http://www.uchile.cl/portal/presentacion/institucionalidad/72838/presentacion>
- Vicente Coll, O. B. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos – Introducción a los modelos básicos*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Víctor M. Giménez, J. L. (2006). Cost efficiency in the university: A departmental evaluation model. *Economics of Education Review* 25 (2006), 543–553.