



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

**GESTIÓN PARA DISMINUIR DESERCIÓN EN CENTRO DE FORMACIÓN
TÉCNICA ENAC**

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

MARÍA LORETTO CARMONA FIGUEROA

PROFESOR GUÍA:
ÁNGEL JIMÉNEZ MOLINA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
LUIS ABURTO LAFOURCADE
CRISTIÁN JULIO AMDAN
LUIS GUAJARDO MONRROY

SANTIAGO DE CHILE
2016

Resumen Ejecutivo

Este documento tiene como objetivo presentar las bases del proyecto **Gestión para Disminuir Deserción en Centro de Formación Técnica ENAC**, que se transformará en tesis para optar al grado de Magister de Ingeniería de Negocios con Tecnologías de la Información de la Universidad de Chile.

La metodología usada se basa en el libro “Ingeniería de Negocios Diseño Integrado de Servicios, sus Procesos y Apoyo TI” del profesor Oscar Barros.

En una sociedad que reclama por educación de calidad y mayor equidad, el **Centro de Formación Técnica ENAC** ofrece una alternativa de acceso a Educación Técnica centrada en el sector más vulnerable de nuestra sociedad, de modo de ser una vía concreta para lograr integración y movilidad social. El presente trabajo busca apoyar a aquellos estudiantes que por diversos motivos desertan, sabiendo que para muchos de ellos este acceso a educación sea quizás la única alternativa para mejorar sus condiciones de vida y la de su entorno más próximo; el punto recientemente señalado constituye la mayor motivación del presente proyecto.

Además existen otros factores importantes de destacar, y es que una baja deserción o alta retención es considerada un indicador de desempeño o índice de éxito en el logro de formar Técnicos de Nivel Superior. Además se debe tener en cuenta que una menor deserción se traduce directamente en matrículas más estables y en consecuencia ingresos predecibles, resultado deseable por cualquier Institución de Educación Superior (IES).

Finalmente dejar claramente establecido que la mayor motivación del proyecto dice directa relación con apoyar aquellos jóvenes que habiendo optado por este Proyecto Educativo que imparte el **Centro de Formación Técnica ENAC**, logren el objetivo último de obtener su título de Técnico de Nivel Superior y con ello la anhelada movilidad social.

Agradecimientos

Agradecer a mis padres por su cariño y apoyo incondicional que junto mi familia han estado siempre presentes, especialmente a mi mamá mi gran pilar en la vida y mejor amiga; al igual que mi primer logro profesional, dedico principalmente a ella este trabajo.

Agradecer también al Departamento de Ingeniería Industrial y al Magíster de Ingeniería de Negocios de la Universidad de Chile, por haberme aceptado en el programa posibilitando conocer la excelencia de su cuerpo docente y que lograron a través de la alta calidad de sus cursos mi crecimiento y desarrollo profesional.

Al profesor Ángel Jiménez por haber guiado mi tesis y muy especialmente al profesor Luis Aburto por la transferencia de conocimientos, paciencia y apoyo cada vez que lo necesité.

A León Montero por su ayuda para encausar mi proyecto durante el primer año del programa en los inicios del MBE.

Agradecida de Ana María Valenzuela y Laura Sáez por su gestión y excelente disposición a colaborar ante inquietudes y trámites del MBE.

A mi ex jefe Sergio Desormeaux por ayudarme en la selección del programa entre tanta oferta y por su apoyo permanente en mi vida profesional.

A mi principal colaborador y amigo Mauricio Yáñez, por haber creído en el proyecto desde su inicio y su apoyo constante para sacar adelante la iniciativa.

Me siento afortunada de mi paso por el MBE y de corazón para todos los que no mencioné y colaboraron para llegar a este momento tan esperado, muchas gracias.

Tabla de Contenido

1.	Introducción al Documento	1
1.1	Alcance	1
2.	Introducción al Centro de Formación Técnica ENAC	2
2.1	Contexto de la Industria	2
2.2	Antecedentes Históricos	5
2.3	Estructura Organizacional	7
3.	Planteamiento Estratégico	8
3.1	Visión	8
3.2	Misión	8
3.3	Valores Institucionales	8
3.4	Plan de Desarrollo Estratégico	9
3.5	Mapa Estratégico	10
3.6	Planteamiento Estratégico basado en el Modelo Delta	11
3.7	Análisis Estratégico del Entorno Relevante	14
3.8	Modelo de Negocio de la Institución	17
4.	Solución Propuesta	19
4.1	Propuesta de Valor del Proyecto	19
4.2	Objetivo del Proyecto	20
4.3	Antecedentes del Proyecto	20
5.	Marco Teórico	23
5.1	Modelos de Retención Estudiantil	23
5.2	Causas de Deserción Universitaria	26
5.3	Estrategias de Retención	28
5.4	Obtención de Variables a Aplicar en Modelos de Retención Estudiantil	35
5.5	Proceso de Extracción de Conocimiento KDD y Data Mining	36
5.6	Casos de Estudio	39
6.	Diseño del Negocio	45
6.1	Capacidades	45
6.2	Patrón de Negocio	46
6.3	Macroprocesos	48
7.	Lógica del Negocio	54

7.1	Análisis del Manejo Actual de Deserción en CFT ENAC	54
7.2	Asignación de Estado Desertor en Sistema de Gestión Académico.....	58
7.3	Problemas Asociados al Manejo Actual de la Deserción	60
7.4	Solución Propuesta.....	61
8.	Metodología	64
8.1	Selección de Fuentes de Datos.....	65
8.2	Preprocesamiento, Preparación y Limpieza de Datos	65
8.3	Transformación y Tratamiento de los Datos.....	68
8.4	Data Mining.....	71
	Sobreajuste.....	72
8.5	Interpretación y Evaluación de Resultados.....	73
	Evaluación Económica del Modelo	73
9.	Evaluación Financiera.....	78
9.1	Beneficios	79
9.2	Costos.....	79
9.3	Inversión.....	80
9.4	Flujo de Caja	81
10	Gestión del Cambio	82
10.1	Estrategia de la Gestión del Cambio	83
	Gestión del Poder.....	83
	Gestión de Narrativas.....	84
10.2	Estrategia Comunicacional.....	85
11	Conclusiones.....	86
11.1	Resultados de la Implementación	88
11.2	Trabajo Futuro.....	89
	Anexo I: Bibliografía	90

Índice de Tablas

Tabla 1: Distribución de Matrícula por Institución de Educación Superior	3
Tabla 2: Listado de Centros de Formación Técnica según la CNA.....	4
Tabla 3: Listado de Proyectos Estratégicos 2015-2020.....	9
Tabla 4: Aranceles Referencia Portal Becas y Créditos MINEDUC, año 2015.	12
Tabla 5: Evolución de Retención de 1 er año de Carreras de Pregrado por Tipo de Institución	20
Tabla 6: Evolución de Retención de 1 er año por Institución y por Año.....	21
Tabla 7: Promedio Tasa de Retención Competencia del CFT ENAC.....	22
Tabla 8: Programas de Retención a Nivel Internacional	30
Tabla 9: Acciones para Disminuir Deserción	31
Tabla 10: Experiencia a Nivel Nacional	32
Tabla 11: Datos Utilizados con su Respectivo Tipo de Variable	39
Tabla 12: Atributos Considerados para el Ejercicio.....	41
Tabla 13: Causales de Término de Estudios.....	58
Tabla 14: Número de Registros por Año	65
Tabla 15: Datos Recopilados por la Encuesta Socioeconómica	67
Tabla 16: Distribución de Registros Final por Cohorte.....	67
Tabla 17: Número de Desertores y No Desertores por Carrera.....	69
Tabla 18: Distribución Gráfica de Desertores y No Desertores por Carrera	70
Tabla 19: Distribución Porcentual de Desertores y No Desertores por Carrera	70
Tabla 20: Matriz de Confusión	71
Tabla 21: Métricas obtenidas con Árbol de Decisión y Regresión Logística	72
Tabla 22: Métricas con Árbol de Decisión para Base de Datos de Entrenamiento y Testing	72
Tabla 23: Matriz de Confusión versus Tipos de Errores	73
Tabla 24: Pérdida Estimada en Miles de Pesos por Acompañamiento.....	75
Tabla 25: Punto de Inflexión de la Pérdida Estimada en Miles de Pesos por Acompañamiento.....	77
Tabla 26: Ingreso Anual por Estudiante	79
Tabla 27: Costos Totales del Proyecto	80
Tabla 28: Costo por Gestión de Retención de Estudiantes dado el Volumen Retenido	80
Tabla 29: Inversión Total del Proyecto.....	80
Tabla 30: Flujo de Caja del Proyecto	81
Tabla 31: Mapa de Poder	83
Tabla 32: Narrativas por Actor	84

Índice de Figuras

Figura 1: Gráfica de la Distribución de Matrícula por Institución de Educación Superior	3
Figura 2: Organigrama Centro de Formación Técnica ENAC.....	7
Figura 3: Mapa Estratégico CFT ENAC.....	10
Figura 4: Posicionamiento Estratégico CFT ENAC	11

Figura 5: Las Cinco Fuerzas Identificadas por Porter	14
Figura 6: Clasificación de la Deserción	19
Figura 7: Matriz Topológica, Díaz 2008.....	25
Figura 8: Fases del Proceso de Extracción de Conocimiento KDD	36
Figura 9: Modelos de Data Mining	37
Figura 10: Sistema que muestra Probabilidad de Deserción Alumnos	44
Figura 11: Patrón de Negocios 1 (PN1)	46
Figura 12: Arquitectura de Macroprocesos General.....	48
Figura 13: Macroprocesos 1 (Macro 1)	50
Figura 14: Administración Relación con el Estudiante	51
Figura 15: BPMN de “Implementación del Modelo Predictivo”	52
Figura 16: BPMN “Acciones Apoyo al Estudiante Desertor” por personal que gestiona la acción ..	53
Figura 17: BPMN “Acciones Apoyo al Estudiante Desertor” por profesional a cargo de la acción ..	53
Figura 18: Vista de Asistencia en Portal de Alumnos.....	55
Figura 19: Cruce de Asistencias versus Promedios Ponderados	56
Figura 20: Prototipo Plataforma de Apoyo Integral a la Permanencia	62
Figura 21: Punto de Inflexión del Costo	76

1. Introducción al Documento

Este documento tiene como objetivo presentar las bases del proyecto **Gestión para Disminuir la Deserción en Centro de Formación Técnica ENAC**, que se transformará en tesis para optar al grado de Magister de Ingeniería de Negocios con Tecnologías de la Información de la Universidad de Chile.

1.1 Alcance

El documento incluye una introducción al Centro de Formación Técnica ENAC, su planteamiento estratégico en el que enfoca su Plan de Desarrollo Estratégico (PDE), análisis externo y marco teórico. Además de presentar su modelo de negocio, se suma una propuesta de rediseño que agrega valor a la Institución, arquitectura de procesos que la sustenta, los beneficios obtenidos de la ejecución del proyecto y puesta en marcha de la solución propuesta.

2. Introducción al Centro de Formación Técnica ENAC¹

2.1 Contexto de la Industria

En los últimos 30 años el acceso a la Educación Superior experimentó un crecimiento tal que pasó de una matrícula de 165.000 estudiantes a casi 1.200.000 para el 2016; esto se tradujo en que el Sistema de Educación Superior pasó de ser un sistema de elite a uno masivo (datos obtenidos desde el estudio “Serie de Evidencias: Deserción en la Educación Superior en Chile”, 30 de Septiembre 2012). Este aumento en la cobertura ha permitido a muchos jóvenes ser los primeros en sus familias que logran el acceso a la Educación Superior.

La educación constituye un mecanismo para lograr la movilidad social, entendida como vía para la superación de la pobreza y junto con ello la mejora de la calidad de vida de muchas familias del país. Los Centros de Formación Técnica (CFT) juegan un rol fundamental en este sentido, ya que constituyen una alternativa para aquellos jóvenes que por diversos motivos no pudieron acceder a la Universidad o a un Instituto Profesional, pero que sin embargo con un título técnico pueden llegar a formar equipos de trabajos para apoyar los distintos sectores productivos de la sociedad.

El nivel de educación tiene una relación directa tanto con la empleabilidad como con la remuneración; de ahí la necesidad de asegurar la calidad de la oferta académica para el sector más vulnerable de la sociedad, que constituye el perfil de estudiantes del proyecto educativo que imparte este CFT.

Según datos del Consejo Nacional de Educación CNED (organismo autónomo que se orienta a cautelar y promover de manera prioritaria, la calidad de la educación escolar y de la educación superior), la matrícula de pregrado para el año 2016 fue de 1.163.227, donde 137.978 estudiantes aparecen inscritos en CFT.

¹ La información contenida en este capítulo fue obtenida principalmente en base al Informe de Autoevaluación del CFT ENAC, desarrollado en miras de la Reacreditación Institucional obtenida este año 2016.

Institución	Matrícula Total
C.F.T.	137.978
F.F.A.A.	2.005
I.P.	377.910
Univ.	645.334
Total	1.163.227

Tabla 1: Distribución de Matrícula por Institución de Educación Superior

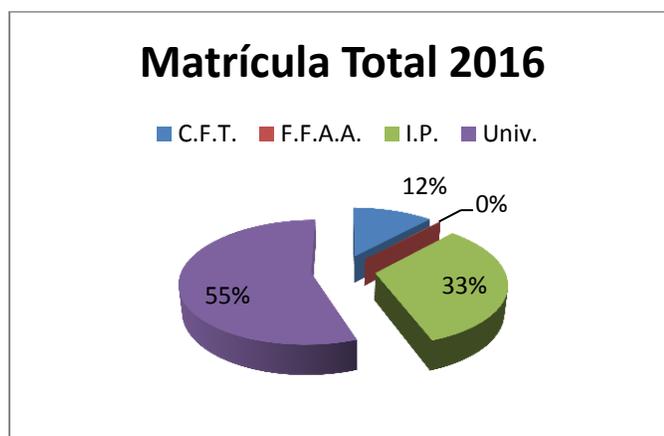


Figura 1: Gráfica de la Distribución de Matrícula por Institución de Educación Superior

Respecto de los Centros de Formación Técnica son una Institución de Educación Superior Chilena, cuyo objetivo es la formación de Técnicos con la capacidad y conocimientos necesarios para integrar los equipos de trabajos productivos del país; los CFT fueron creados por el DFL. Nº 24 que fija normas sobre Centros de Formación Técnica del 7 de abril de 1981 del Ministerio de Educación.

A modo de antecedente señalar que en 1990 existían 161 Centros de Formación Técnica; en el año 2010 este número disminuyó a 73, donde solamente 13 estaban acreditados y 7 se encontraban en proceso de cierre. Según datos de la Comisión Nacional de Acreditación CNA (verifica y promueve la calidad de la Educación Superior), actualmente existen 38 CFTs de los cuales la mitad están acreditados.

El listado completo de Centros de Formación Técnica es el que se visualiza en la tabla siguiente distinguiendo entre acreditados versus no acreditados, destacando la principal competencia caracterizada fundamentalmente por presentar una oferta académica similar a la del Centro de Formación Técnica ENAC.

Acreditados	No Acreditados
C.F.T. ANDRÉS BELLO	C.F.T. ALPES
C.F.T. CÁMARA DE COMERCIO DE STGO	C.F.T. CEITEC
C.F.T. CEDUC - UCN	C.F.T. DE EST. SUP.Y CAPACITACIÓN PROFESIONAL LAPLACE
C.F.T. DE TARAPACÁ	C.F.T. DE LA INDUSTRIA GRÁFICA O C.F.T. INGRAF
C.F.T. DEL MEDIO AMBIENTE	C.F.T. DEL MAULE
C.F.T. DUOC UC	C.F.T. EDUCAP
C.F.T. ENAC	C.F.T. ESANE DEL NORTE
C.F.T. ICEL	C.F.T. ESCUELA CULINARIA FRANCESA
C.F.T. INACAP	C.F.T. ESTUDIO PROFESOR VALERO
C.F.T. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHILE	C.F.T. FINNING
C.F.T. IPROSEC	C.F.T. INST. SUPERIOR ALEMÁN DE COMERCIO INSALCO
C.F.T. JUAN BOHON	C.F.T. LOS LAGOS
C.F.T. LOTA-ARAUCO	C.F.T. LOS LEONES
C.F.T. PROANDES	C.F.T. LUIS ALBERTO VERA
C.F.T. SAN AGUSTÍN DE TALCA	C.F.T. MANPOWER
C.F.T. SANTO TOMÁS	C.F.T. MASSACHUSETTS
C.F.T. TEODORO WICKEL	C.F.T. PRODATA
C.F.T. U. VALPO.	C.F.T. PROFASOC
C.F.T. UCEVALPO	C.F.T. UDA

Tabla 2: Listado de Centros de Formación Técnica según la CNA

2.2 Antecedentes Históricos

Elisa Sanfuentes de Báguena en el año 1961 reunió a un grupo de diez mujeres para crear un voluntariado, de modo de apoyar la labor social, educacional y espiritual de la Iglesia Católica teniendo como fundamento la caridad cristiana, para contribuir a la evangelización y al servicio. Surge al amparo de Cáritas, que es el organismo oficial de la Iglesia para la acción caritativa, pasando a llamarse Cruzada del Servicio Voluntario de Cáritas Chile.

Posteriormente se unieron a este voluntariado más personas que compartían estos ideales, quienes simultáneamente a su labor en terreno se empezaron a capacitar en distintas áreas del ámbito de la salud, social y educación. Ya en el año 1968, la **Cruzada** asume la dirección de los cursos de Auxiliares Paramédicos de Enfermería y se crea el Centro de Educación de Adultos. Con estos cursos se va formalizando el quehacer de la **Escuela Nacional de Capacitación de la Cruzada del Servicio Voluntario de Caritas Chile (ENAC)**.

El año 1981 se fijan las normas para la creación de los Centros de Formación Técnica; esto es visto como un desafío por su fundadora, con la clara visión de que ésta era la forma de profesionalizar el rol de ENAC. Su funcionamiento fue autorizado en 1982, como **“Centro de Formación Técnica Escuela Nacional de Capacitación de la Cruzada de Servicio Voluntario Caritas Chile” (ENAC)**, cuyos fines eran la docencia a nivel técnico para egresados de enseñanza media, en el área de servicios.

El CFT ENAC continuó su labor educativa creando nuevas carreras técnicas de acuerdo a la orientación de las áreas de trabajo de Cáritas, las demandas de la sociedad y las necesidades laborales del país. La Dirección de la institución mantuvo un carácter familiar, siendo administrada por la familia directa de la fundadora bajo la dirección de una Junta Directiva nombrada por Cáritas; se mantuvo por esta vía la fuerza inspiradora que le daba la cercanía con Cáritas y con la iglesia católica. El modelo de gestión se caracterizó por ser continuador del trabajo hecho en los años anteriores, de poca innovación y muy centrado en la formación valórica. Como un signo de esto se mantuvo al Departamento del Voluntariado de la Cruzada funcionando en las dependencias del CFT, pero sin formar parte de éste.

En el año 1990 se promulga la Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza (LOCE) que establece que en el contexto de las instituciones de educación, los institutos profesionales y centros de formación técnica de carácter privado podrán ser creados por cualquier persona natural o jurídica en conformidad a esta ley, debiendo organizarse siempre como personas jurídicas de derecho privado para el efecto de tener reconocimiento oficial. Estas entidades no podrán tener otro objeto que la creación, organización y mantención de un instituto profesional o un centro de formación técnica, según el caso. Obedeciendo a este mandato legal, el año 1992 se crea la **Fundación Centro de Formación Técnica de los Establecimientos Nacionales de Educación Caritas Chile**.

Con el pasar de los años el CFT ENAC fue consolidando su prestigio principalmente por la alta empleabilidad de sus egresados y la buena evaluación que de ellos han hecho los empleadores. Posteriormente en el año 2006 se declaró su plena autonomía, proceso largo pero que sin embargo enfrentó pues ya contaba con un proyecto de desarrollo institucional que permitía asegurar la entrega de títulos técnicos de nivel superior.

Desde esa fecha a la actualidad, el CFT ha llevado a cabo diversos cambios administrativos como gestión de la docencia y cuerpo docente, cuya labor unida originalmente a un servicio voluntario, se ha transformado gradualmente en un conjunto de profesores y profesionales de distintas especialidades, caracterizados por el compromiso con los estudiantes y la misión institucional, en el nuevo contexto social que representa hoy a quienes estudian en la educación superior.

2.3 Estructura Organizacional

Su estructura organizacional viene dada por una Junta Directiva integrada por siete miembros, un Rector que depende directamente de la Junta Directiva y tres Vicerrectores que a su vez dependen directamente del Rector, estructurándose de la siguiente forma:

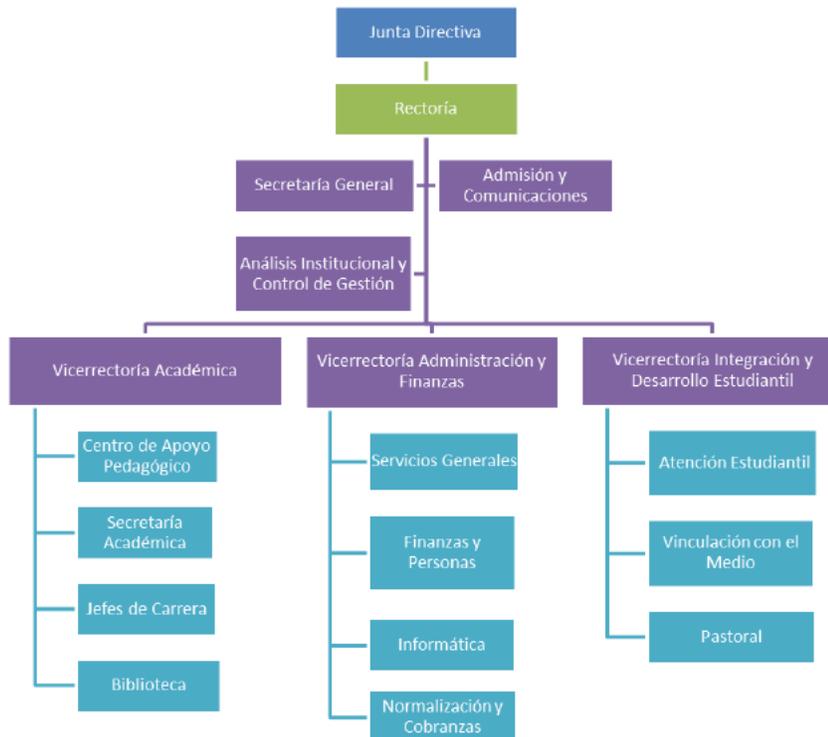


Figura 2: Organigrama Centro de Formación Técnica ENAC

3. Planteamiento Estratégico²

3.1 Visión

“Ser reconocidos como un Centro de Formación Técnica de calidad, que forma personas con sentido integral y busca mejorar las condiciones de vida de personas que creen en sí mismas, sobre la base de un proyecto educativo de inspiración católica que promueve la integración y la movilidad social.”

3.2 Misión

“Ofrecemos un proyecto educativo de inspiración católica, que prepara personas para el trabajo en lo técnico y personal, entregándoles valores que contribuyan a su movilidad e integración social.”

3.3 Valores Institucionales

Los valores institucionales son los principios rectores incorporados al quehacer de cada uno de los miembros de la comunidad, que orientan y dan sentido al quehacer de la institución y forman parte del **sello diferenciador institucional**, reconocido por los estudiantes, egresados, docentes y administrativos que componen el CFT ENAC, lo que constituye una fortaleza institucional que se debe resguardar.

- ✓ Respeto a la dignidad de la persona
- ✓ Espíritu de servicio y colaboración
- ✓ Trabajar con alegría
- ✓ Superación de sí mismo

² Misión, visión, valores fueron obtenidos de la página Web del CFT Enac, www.enac.cl

3.4 Plan de Desarrollo Estratégico

Si bien el CFT ENAC siempre tuvo una mirada en su desempeño futuro, solo al verse enfrentada al primer proceso de Acreditación Institucional el año 2011, gatilló la implementación de una **Planificación Estratégica** conocida por toda la comunidad. El principal objetivo de sacar adelante esa Planificación fue contribuir al mejoramiento continuo para ofrecer servicios de calidad a los estudiantes que optaran por este Proyecto Educativo.

Actualmente el CFT ENAC enfrentó recientemente su proceso de Reacreditación Institucional, proceso para el cual estableció los siguientes proyectos estratégicos basados en los objetivos definidos en su Mapa Estratégico que será abordado en la siguiente sección (información obtenida desde el Informe de Autoevaluación Institucional 2016, Centro de Formación Técnica ENAC).

1	Proyección y posicionamiento institucional de ENAC.
2	Profundización de la oferta académica ENAC.
3	Diseño e implementación institucional de la vinculación con el medio ENAC.
4	Desarrollo de Unidad de Egresados.
5	Integración vertical de ENAC, con la educación secundaria y terciaria.
6	Actualización de Proyecto y Modelo Educativo CFT ENAC.
7	Diseño y ejecución de un programa de perfeccionamiento permanente para docentes ENAC.
8	Modelo de gestión integral del estudiante ENAC.
9	Sistema de Aseguramiento de la Calidad ENAC.
10	Desarrollo de las personas.
11	Estandarización de recursos físicos y modelamiento de procesos institucionales.
12	Sistema Integrado de Gestión de la Información ENAC

Tabla 3: Listado de Proyectos Estratégicos 2015-2020

3.5 Mapa Estratégico

El **Mapa Estratégico** que se presenta en la figura a continuación releva su principal actividad a través de la implementación del **Modelo Educativo** a nivel de procesos, acompañado de un constante **Apoyo a Estudiantes** con mecanismos de **Aseguramiento de la Calidad** como procesos fundamentales para cumplir la misión declarada. Esto será posible lograr en la medida que logre **Vinculación con el Medio** que son el conjunto de actividades que la institución establece con el entorno y actores involucrados, a través de mecanismos orientados a lograr retroalimentación del rol que cumple el CFT y la transferencia del conocimiento, reconociendo las necesidades y expectativas de los estudiantes. Todo esto con apoyo de los **Sistemas de Información** y **Recursos** de diferentes tipos. Gráficamente es posible visualizarlo en la figura a continuación.

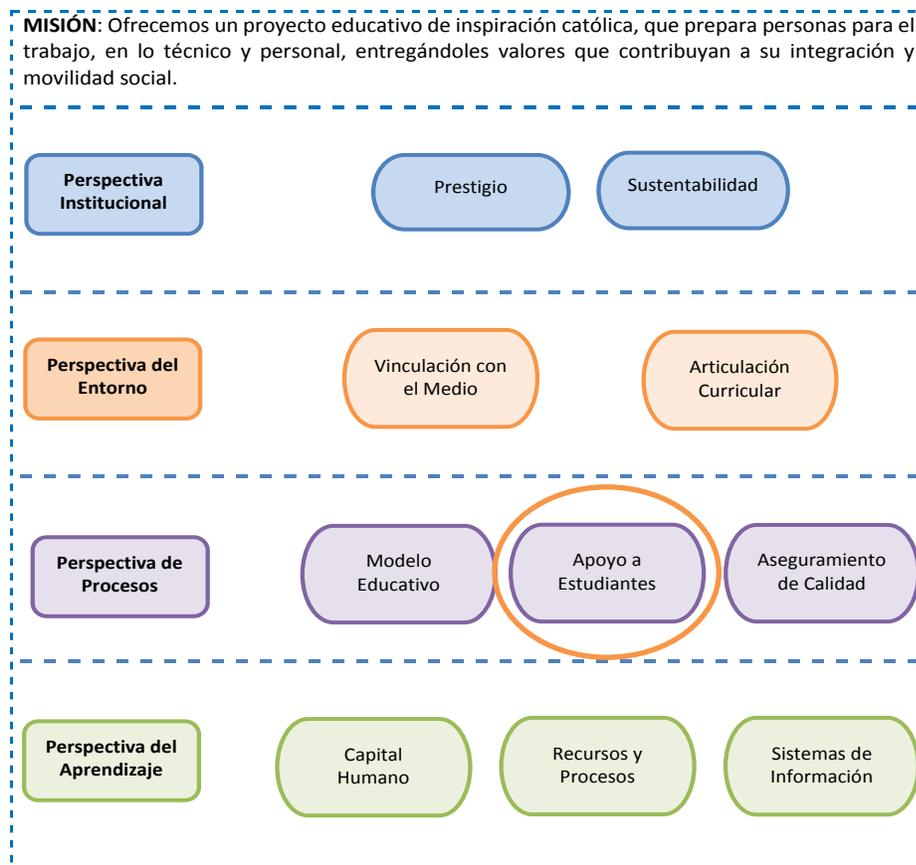


Figura 3: Mapa Estratégico CFT ENAC

Anticipar que el proyecto a desarrollar se basa en la **Perspectiva de Procesos**, apuntando específicamente al **Apoyo a Estudiantes** tal como aparece destacado en la figura anterior, y que será desarrollado con mayor nivel de detalle en el siguiente punto.

3.6 Planteamiento Estratégico basado en el Modelo Delta³

En el Modelo Delta (marco estratégico que sitúa al cliente al centro de la gestión. Examina las opciones primarias disponibles para establecer una vinculación con el cliente y propone como ligar la estrategia y la ejecución a través del alineamiento adaptativo de los procesos) que aborda tres opciones estratégicas diferentes para entender el planteamiento estratégico de una organización, es posible identificar que el CFT ENAC se encuentra en **Mejor Producto (Bajo Costo y Diferenciación)**, migrando a **Servicio Integral al Estudiante**, llegando a su primera fase que es **Redefinir la Relación con el Estudiante**.

Gráficamente esto puede verse representado como señala la figura siguiente:

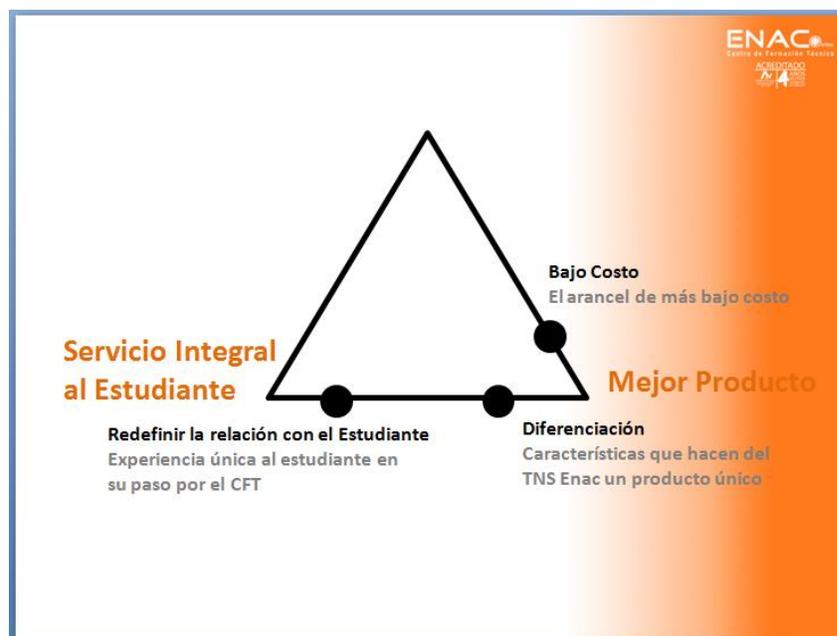


Figura 4: Posicionamiento Estratégico CFT ENAC

Analizando en detalle este enfoque se puede señalar que el CFT ENAC está basado en **Mejor Producto** posicionándose en:

Liderazgo en Costos: Si se compara los valores de otras Instituciones de Educación Superior (IES) que son parte de la competencia por presentar una oferta académica similar, se verá que los aranceles del CFT ENAC se encuentran comparativamente en un rango medio bajo, lo que

³ Parte de información analizada en este capítulo se sustenta en el Informe de Autoevaluación del CFT ENAC.

constituye una de las principales ventajas competitivas. Esto se demuestra con la gráfica de la figura siguiente.

Institución	Prom. Arancel Referencia 2016	Estado Acreditación
CFT ICEL	842.056	3 años
CFT PROANDES	949.737	3 años
CFT CAMARA DE COMERCIO DE STGO	1.141.818	3 años
CFT DE ENAC	1.171.042	6 años
CFT SANTO TOMAS	1.257.823	3 años
CFT DEL MEDIO AMBIENTE	1.414.255	3 años
CFT DUOC UC	1.555.208	6 años
CFT INACAP	1.715.117	6 años

Tabla 4: Aranceles Referencia Portal Becas y Créditos MINEDUC, año 2015⁴.

Uno de los criterios que regula los montos a cobrar es la coherencia con la misión institucional; es decir que los valores que se determinen, deben considerar el perfil de ingreso de los estudiantes y sus reales posibilidades de pago, de manera tal que CFT ENAC sea una verdadera opción de acceso a una educación técnica de calidad, que contribuya a su movilidad social.

Diferenciación: El Sello del CFT ENAC está dado por la formación valórica de sus estudiantes, que junto con la experiencia del desarrollo de prácticas tempranas y la dedicación de los docentes, hacen que exista una alta valoración de sus egresados en el mundo laboral, lo que se evidencia con mayor claridad en carreras en que el trato digno y preocupado por el otro marca una diferencia en el trabajo.

Como centro de formación de carácter técnico se distingue el foco en la empleabilidad, es decir que los estudiantes puedan desempeñar una determinada función que resulte útil a las empresas o lugares de desempeño. Es considerado que esa empleabilidad refleja también la importancia de que los jóvenes ganen independencia, autoestima y dignifiquen su vida mediante la educación y formación técnica, tarea a la que el CFT ENAC dedica todo su quehacer.

Ambas dimensiones técnico y lo personal, son determinantes del buen éxito de la inserción laboral de los egresados, ajustada al cambiante escenario del mercado laboral.

En resumen es posible decir que el Sello del CFT Enac y el que finalmente permite la diferenciación o ventaja competitiva viene dado por:

⁴ Información obtenida desde el Informe de Autoevaluación para Reacreditación Institucional 2016, Centro de Formación Técnica ENAC.

- ✓ Cursos formación personal
- ✓ Prácticas tempranas
- ✓ Dedicación de los docentes
- ✓ Buenos centros de práctica
- ✓ Trato personalizado
- ✓ Foco en la empleabilidad

Todo lo recientemente señalado, se traduce en alta valoración de egresados en el mundo laboral, lo que ha ganado con el pasar de los años cierto prestigio. La gran mayoría de los estudiantes se entera de este Proyecto Educativo por el llamado boca a boca (la institución se da a conocer a través de referencias que entregan las personas que conocen la institución), más que por el tradicional marketing que despliegan las IES.

Señalar que de estas dos dimensiones de Mejor Producto, destaca mayormente Diferenciación representado en la importancia que se otorga a su Sello y que constituye un patrimonio que se debe resguardar.

Redefinir la Experiencia con el Estudiante: Significa reconocer al estudiante como centro del proceso educativo orientada a la formación integral tanto cognitiva, afectiva, valórica y social. Para esto CFT ENAC se propone ofrecer a cada estudiante el desarrollo de experiencias de carácter social y de ayuda a la comunidad en su proceso de formación, donde todos los docentes y administrativos con su compromiso y espíritu de servicio, contribuyen a la entrega de apoyo en un ambiente seguro. Con esto se busca que el estudiante incorpore esta experiencia de aprendizaje y la haga parte de su vida.

Todo lo recientemente señalado se traduce en seguimiento a necesidades de estudiantes mediante desarrollo de programas, experiencias y/o apoyos de tipo:

- ✓ Psicopedagógicos y psicológicos
- ✓ Espirituales
- ✓ Recreativos

Y esto en un ambiente acogedor y seguro de acuerdo a lo declarado en la Misión.

3.7 Análisis Estratégico del Entorno Relevante

Se genera a continuación un breve análisis basado en las fuerzas de Porter aplicado a las Instituciones de Educación Superior (IES) de la realidad chilena:



Figura 5: Las Cinco Fuerzas Identificadas por Porter

Rivalidad y Competencia del Mercado

En la actualidad existe una gran competencia marcada por la amplia oferta de Instituciones de Educación Superior (IES) y el marco legal que ha permitido su amplia proliferación. Adicionalmente los Centros de Formación Técnica (CFTs) presentan una complejidad mayor, desde el momento en que muchas Universidades e Institutos Profesionales (IP) imparten igualmente carreras Técnicas de Nivel Superior (TNS); es una realidad que los estudiantes prefieren muchas veces a estas casas de estudio (Universidades e IP) para estudiar carreras técnicas, ya que por un tema de marca y/o posicionamiento las prefieren en vez de optar por un Centro de Formación Técnica.

Entonces existe una gran competencia entre ellas, dada por una parte la gran diversidad de instituciones en funcionamiento actualmente en el mercado como fue recientemente señalado, como por sus distintas formas de financiamiento, generando alternativas distintas para futuros estudiantes y más opciones entre las cuales elegir; los aportes financieros que recibe cada institución gatilla igualmente una oferta más amplia aún.

Frente a este escenario es posible señalar con certeza, que las barreras de entrada son más bien bajas (marco legal que lo permite), y por consiguiente el poder de negociación de los

futuros estudiantes podría considerarse más bien alto, lo que gatilla todo tipo de diferencias en monto de aranceles y matrículas que ofrecen las distintas casas de estudio. Es así como se tiene instituciones ofreciendo matrículas a menor valor e incluso promociones de matrícula sin costo bajo ciertas condiciones, diversos tipos de campañas publicitarias en locomoción colectiva, radio, televisión, diario por mencionar algunas. Adicionalmente nuevos servicios para los estudiantes y variados beneficios con el objetivo de captar ojala la mayor cantidad y mejores estudiantes prontos a ingresar a la educación superior, a los que no solo se busca capturar por valores atractivos, sino también reluciendo el posicionamiento que cada institución posee y se ha ganado con el pasar de tiempo, su identidad de marca o empleabilidad por mencionar algunos factores.

Amenazas: Nuevos Competidores

Ya se ha señalado que el marco legal ha permitido la proliferación en la creación de Instituciones de Educación Superior (IES), con barreras de entrada bajas y por lo tanto alta competencia. Instituciones consolidadas en el tiempo suelen ser más competitivas ya que sus costos son más bajos y productividad mayor, debido a la posibilidad de establecer economías de escala; mencionamos a modo de ejemplo a Inacap y Duoc UC.

Es posible señalar que no existe gran diferencia entre los productos y beneficios ofrecidos por cada casa de estudio, sino que más bien la diferencia está en la creación de valor y las ventajas competitivas que cada institución sea capaz de generar. De ahí la necesidad de que tanto las actuales instituciones como aquellas que pretenden ser nuevos competidores en el mercado, identifiquen y desarrollen una propuesta de valor que las distinga respecto de la competencia y que sea atractiva para estudiantes próximos a elegir una institución.

Si bien la identidad de la marca es una ventaja competitiva para una institución en particular, esta no es determinante ante la oferta y los beneficios ofrecidos por otras instituciones, porque bien pueden compensar el costo del cambio con créditos o distinto tipos de becas.

Amenazas: Productos Sustitutos

Podría considerarse como productos sustitutos a entidades que ofrecen distintos tipos de certificación sobre algún producto o servicio (entendidas como aquel tercero que asegura por escrito que un determinado producto o servicio cumple con los requisitos especificados). Esto debido a que hoy en día no son pocas las empresas, que muchas veces optan por trabajadores que posean alguna certificación específica como alternativa a un título técnico. Bajo este punto de vista podría considerarse una certificación como un Producto Sustituto, ya que la obtención de la certificación se consigue en un horizonte de tiempo menor y a un costo más bajo que la requerida para la obtención de un Título Técnico de Nivel Superior en un Centro de

Formación Técnica; y más aún si se considera que en ocasiones reciben una remuneración igual o superior en el mundo laboral.

Poder de Negociación: Compradores

En el mercado de las Instituciones de Educación Superior (IES) existe una alta concentración de futuros estudiantes (clientes), luego su poder de negociación es alto ya que según fue señalado anteriormente existe: alta competencia, nuevos competidores y sustitutos. Más si consideramos el movimiento estudiantil activo en la sociedad actual y que son noticia a menudo en los medios de comunicación, que implica que hoy se tengan estudiantes informados cada vez más exigentes, aumentando en consecuencia su poder de negociación. Quedan fuera los Centros de Formación Técnica en los que existe una marcada diferenciación debido a su identidad de marca, o bien aquellos ya nombrados que son Universidad y/o IP y que imparten carreras técnicas, y que en consecuencia gozan de ciertas preferencias de parte de los estudiantes.

Poder de Negociación: Proveedores

Son básicamente dos los proveedores críticos en este caso, y que constituyen por una parte los Docentes que son quienes permiten llevar a cabo el desarrollo del Proyecto Educativo, y por otro lado los distintos Proveedores que entregan todo tipo de servicios, siendo para esta realidad el proveedor del Sistema de Gestión Académico el de mayor importancia por dar soporte al sistema que soporta a la institución. Para todo el resto de servicios existe amplia variedad de proveedores, y por lo tanto el poder de negociación de estos es relativamente bajo (si un determinado proveedor no funciona o genera algún tipo de conflicto, simplemente se reemplaza por otro; luego este ítem no parece ser relevante ni debe llevar a un mayor análisis).

En conclusión del análisis de este entorno relevante, podemos deducir que en resumen las amenazas vienen dadas por:

- ✓ Amplia oferta por la proliferación de las IES
- ✓ Universidades e IPs impartiendo títulos Técnicos de Nivel Superior

Sin embargo también puede ser visto como una gran oportunidad en términos de encontrar diferenciación en la creación de valor, que como se verá más adelante esto constituye una de las motivaciones de llevar a cabo este proyecto.

3.8 Modelo de Negocio de la Institución

Propuesta de Valor

El Modelo de Negocio del CFT ENAC tiene como propuesta de valor aumentar las posibilidades de acceso a educación técnica a través de un Proyecto Educativo que prepara a sus estudiantes en lo técnico y personal, entregándole valores que contribuyan a la integración y movilidad social de un sector vulnerable de la sociedad chilena.

Fórmula de Utilidades

La fuente principal de ingresos del CFT ENAC proviene de los fondos que se recaudan por concepto de aranceles, en concordancia con lo que señalan sus estatutos. Anualmente la Vicerrectoría de Administración y Finanzas (VRAF) hace un análisis económico con el objeto de proponer a Rectoría el monto a cobrar por arancel y por carrera para el año siguiente. Considera para estos efectos los distintos factores que componen la malla curricular (provisión de docentes, materiales y talleres, pagos a centros prácticos, insumos requeridos, etc.). Una vez discutidos internamente se presentan finalmente para aprobación de la Junta Directiva. Uno de los criterios reguladores de los montos a cobrar es la coherencia con la misión institucional: que los valores que se determinen deben considerar el perfil de ingreso de los estudiantes y sus posibilidades de pago, de manera tal de que CFT ENAC sea una verdadera opción de acceso a una educación técnica de calidad que contribuya a su movilidad social. Por esta razón, si se comparan los valores de otras instituciones de educación superior que son competencia y que presentan una oferta académica similar, los aranceles se encuentran en un rango medio bajo, lo que lo hace más asequibles. Aun cuando los estatutos también contemplan como fuente de ingresos las donaciones, durante los últimos años el CFT ENAC no ha recibido montos por esta vía como apoyo a la gestión institucional.

Recursos Claves

Lo constituyen recursos humanos destacando principalmente a los Docentes que permiten llevar a cabo el proyecto Educativo a través de las distintas asignaturas que imparten en una amplia gama de carreras técnicas, y los Funcionarios que en forma colaborativa permiten dar soporte a la entrega del Proyecto Educativo; destacan la Vicerrectoría Académica (VRA) encargada de coordinar las distintas actividades relativas a la docencia, la Vicerrectoría de Integración y Desarrollo (VIDE) encargada de instalar y desarrollar un ambiente institucional orientado a la información integral de los estudiantes, la Oficina de Atención Estudiantil que depende directamente de la VIDE y que a partir del 2014 se encarga oficialmente de gestionar la asignación de profesionales (en parte uno de los objetivos de este proyecto), con apoyo de recursos clave como infraestructura, finanzas y tecnología que hacen esto último posible. En este punto destacan el Sistema de Atención Estudiantil que administra la gestión de la Oficina de Atención Estudiantil, que es soportado por tecnología a cargo del Departamento TI y que depende de la Vicerrectoría de Administración y Finanzas (VRAF).

Procesos Claves

Calidad en el proceso de entrega de conocimientos a sus estudiantes y preocupación de cada unidad por entregar el mejor servicio a sus alumnos en su paso por la institución, constituyen procesos claves, destacando para este proyecto en particular el proceso de obtención oportuna de nóminas de alumnos desertores más el proceso posterior de gestión de apoyo (a través de cursos de acción) a dicho alumno candidato a desertar. Como una fase futura, se espera adicionalmente contar con un proceso capaz de proponer un conjunto de acciones de apoyo que mejor se ajuste al perfil del candidato a alumno desertor, lo que se traduciría finalmente en una estrategia de retención apropiada a cada caso a tratar.

4. Solución Propuesta

4.1 Propuesta de Valor del Proyecto

En este capítulo se da a conocer la **Propuesta de Valor** que inspira este proyecto: con los distintos tipos de instrumentos que la Institución dispone para medición de perfil de ingreso de Estudiantes del CFT ENAC (encuestas, test diagnósticos por mencionar algunos), poder determinar estudiantes posibles desertores de manera oportuna, de modo de tomar medidas y/o acciones para disminuir la **Tasa de Deserción Estudiantil**, para ir en directo apoyo de los estudiantes que optaron por este Proyecto Educativo.

Señalar que los conceptos de Deserción y Retención son complementarios; mientras menor es la Tasa de Deserción mayor es la de Retención, entendiéndose como Tasa de Deserción aquellos alumnos que habiéndose matriculados en un semestre específico, no se matriculan en el año siguiente. La figura a continuación destaca la existencia de dos tipos de deserción: Voluntaria e Involuntaria.

La **Deserción Voluntaria** es la que se produce cuando el estudiante no sigue su carrera, sea porque se matricula en otra carrera dentro del mismo CFT ENAC o bien en una carrera de otra Institución de Educación Superior, o bien hace abandono institucional porque se cambia de institución o abandona definitivamente sus estudios de educación superior.

También existe la **Deserción Involuntaria**, gatillada principalmente por **Factores Académicos y Sociales**; es en este punto donde es posible realizar gestiones para ir en apoyo de los estudiantes, y por lo tanto serán motivo de estudio del presente proyecto.

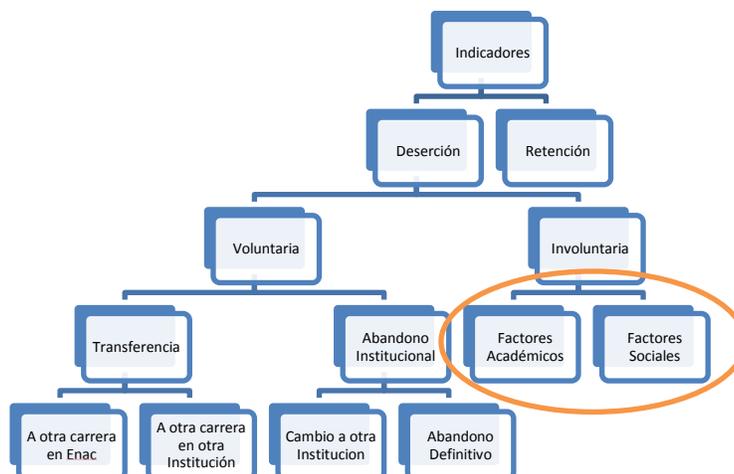


Figura 6: Clasificación de la Deserción

4.2 Objetivo del Proyecto

El objetivo principal del proyecto es la formalización y sistematización de la gestión de la **Retención**; si bien actualmente el proceso se lleva a cabo semestre tras semestre con buenos resultados promediando del año 2010 al 2014 un 70% en CFT ENAC, siendo de 71,5% para la cohorte 2015 (valor obtenido del Informe Retención Cohorte 2015, Unidad de Análisis Institucional y Control de Gestión CFT ENAC), se espera que con la ejecución de proyecto esta aumente en un punto porcentual por año.

El principal motivo que inspira este proyecto es la integración y movilidad social de los estudiantes mediante el trabajo; de ahí la importancia de aumentar lo más posible este índice de Retención, que tal como se demostrará en los ítems posteriores es una tasa relativamente buena respecto de la competencia.

4.3 Antecedentes del Proyecto

Según datos del Servicio de Información de Educación Superior (SIES)⁵, la evolución de la retención de primer año (es decir aquellos alumnos de primer año que se matricularon al año siguiente) por tipo de institución (involucra Centros de Formación Técnica, Institutos Profesionales y Universidades), es la señalada en la figura a continuación.

Tipo de Institución	2010	2011	2012	2013	2014	Variación en Puntos Porcentuales (2010-2014)
Centros de Formación Técnica	64,7%	61,6%	63,4%	63,9%	64,5%	-0,2%
Institutos Profesionales	64,5%	64,1%	64,5%	64,9%	66,6%	2,1%
Universidades	78,4%	74,9%	74,8%	75,2%	76,6%	-1,9%
Total general	71,3%	68,6%	69,0%	69,1%	70,3%	-1,0%

Tabla 5: Evolución de Retención de 1 er año de Carreras de Pregrado por Tipo de Institución⁶

Se destaca que para los años 2010 al 2014, el promedio de Retención de primer año para los CFT fue de 63,6%, para los Institutos Profesionales fue de un 64.9% mientras que para las

⁵ Entidad dependiente de la División de Educación Superior del Ministerio de Educación, que surge del mandato establecido en la Ley 20.129, la que en su artículo 49° señala “corresponderá al Ministerio de Educación, a través de su División de Educación Superior, desarrollar y mantener un Sistema Nacional de Información de la Educación Superior, que contenga los antecedentes necesarios para la adecuada aplicación de las políticas públicas destinadas al sector de educación superior, para la gestión institucional y para la información pública de manera de lograr una amplia y completa transparencia académica, administrativa y contable de las instituciones de educación superior”.

⁶ Programas regulares desde 4 semestres para Carreras Técnicas, 6 para Carreras Profesionales sin Licenciatura y 8 para Carreras Profesionales con Licenciatura.

Universidades fue de 76%; para CFT e Institutos Profesionales se aprecia un valor similar, sin embargo destacar que la Retención es mucho mayor para las Universidades.

Respecto de la tasa del CFT Enac esta es de un 70% promedio para los años 2010-2014; esto es posible de visualizar en la figura a continuación, correspondiente a los valores desplegados por el SIES. Es este el valor que vía implementación del proyecto que se presentará más adelante, se pretende mejorar en un 1% porcentual, tal como fue declarado en el objetivo del proyecto.

Centros de Formación Técnica	2010	2011	2012	2013	2014	Variación en Puntos Porcentuales (2010-2014)	Promedio Retención 2010-2014
CFT ESCUELA CULINARIA FRANCESA - ECOLE	84,2%	79,2%	75,4%	84,0%	s/i*	n/a	80,7%
CFT FINNING	s/i	s/i	s/i	s/i	79,7%	n/a	79,7%
CFT DUOC UC	74,3%	73,5%	69,4%	74,7%	75,1%	0,8%	73,4%
CFT SAN AGUSTIN DE TALCA	76,0%	72,8%	72,6%	68,2%	74,7%	-1,3%	72,8%
CFT EDUCAP	74,1%	77,6%	72,5%	70,3%	65,7%	-8,4%	72,0%
CFT LUIS ALBERTO VERA	56,8%	94,0%	51,5%	64,8%	84,5%	27,7%	70,3%
CFT INSTITUTO SUPERIOR ALEMAN DE COMERCIO INSALCO	73,7%	60,0%	76,9%	s/i*	s/i*	n/a	70,2%
CFT DE ENAC	73,2%	69,4%	69,6%	70,1%	67,9%	-5,3%	70,0%
CFT SANTO TOMAS	75,9%	72,4%	70,9%	64,5%	65,9%	-9,9%	69,9%
CFT TEODORO WICKEL KLUWEN	64,2%	66,3%	73,5%	72,5%	67,2%	3,0%	68,7%
CFT U.VALPO.	72,6%	85,5%	58,7%	67,3%	55,3%	-17,3%	67,9%
CFT PROFASOC	74,7%	68,1%	65,5%	65,3%	64,6%	-10,1%	67,6%
CFT DE TARAPACA	65,3%	67,3%	70,3%	63,9%	70,5%	5,2%	67,5%
CFT INACAP	68,0%	65,5%	67,4%	67,4%	67,5%	-0,5%	67,2%
CFT JUAN BOHON	67,3%	59,7%	68,8%	67,7%	69,1%	1,8%	66,5%
CFT LOTA-ARAUCO	67,2%	61,6%	64,2%	67,3%	71,4%	4,3%	66,4%
CFT DEL MEDIO AMBIENTE	65,0%	67,6%	66,5%	66,1%	65,7%	0,7%	66,2%
CFT MANPOWER	66,0%	66,4%	64,6%	66,7%	66,7%	0,6%	66,1%
CFT PROANDES	77,4%	73,6%	59,1%	60,7%	56,3%	-21,2%	65,4%
CFT IPROSEC	68,3%	65,0%	62,5%	64,9%	60,0%	-8,3%	64,1%
CFT MASSACHUSETTS	79,0%	67,6%	58,6%	56,7%	58,1%	-20,8%	64,0%
CFT CEDUC - UCN	s/i	59,7%	63,0%	64,4%	62,1%	n/a	62,3%
CFT LOS LAGOS	82,0%	60,7%	53,4%	54,0%	59,7%	-22,3%	62,0%
CFT ANDRES BELLO	50,5%	66,0%	65,2%	62,8%	58,4%	7,9%	60,6%
CFT CAMARA DE COMERCIO DE SANTIAGO	54,6%	54,1%	55,3%	59,4%	64,1%	9,4%	57,5%
CFT UCEVALPO	48,3%	53,4%	58,8%	55,8%	66,7%	18,4%	56,6%
CFT CEITEC	51,3%	61,1%	54,3%	48,1%	61,6%	10,3%	55,3%
CFT INSTITUTO TECNOLOGICO DE CHILE - I.T.C.	54,6%	54,9%	47,2%	59,8%	57,5%	2,8%	54,8%
CFT UDA	58,4%	51,0%	55,0%	54,6%	48,7%	-9,7%	53,5%
CFT PRODATA	57,9%	52,4%	57,8%	44,0%	51,2%	-6,7%	52,6%
CFT ALPES	48,8%	51,4%	63,7%	45,7%	52,2%	3,4%	52,4%
CFT DE LA INDUSTRIA GRAFICA - INGRAF	48,4%	48,4%	75,3%	34,7%	54,0%	5,6%	52,1%
CFT LOS LEONES	48,6%	43,0%	44,0%	s/i	45,6%	-3,0%	45,3%
CFT ESTUDIO PROFESOR VALERO	43,2%	41,7%	43,8%	50,0%	42,6%	-0,6%	44,2%
CFT ICEL	43,1%	38,3%	43,1%	45,9%	49,9%	6,7%	44,1%
CFT ESANE DEL NORTE	42,8%	45,6%	50,2%	46,6%	21,4%	-21,3%	41,3%
CFT LAPLACE	27,1%	20,3%	s/i	s/i	s/i	n/a	23,7%

Tabla 6: Evolución de Retención de 1 er año por Institución y por Año

Si se compara este 70% de Retención en CFT ENAC con el promedio de Retención para los Centros de Formación Técnica de 63.6%, se aprecia que está por encima de la media traduciéndose en un buen indicador. Si se compara este resultado con los Centros de

Formación Técnica declarados como principal competencia en ítems anteriores, se observa que:

Centro de Formación Técnica Competencia CFT ENAC	Promedio Tasa de Retención Publicada en CNED de los Últimos 5 años
CFT Cámara de Comercio de Santiago	57,5%
CFT ICEL	44,1%
CFT Instituto Tecnológico de Chile ITC	54,8%

Tabla 7: Promedio Tasa de Retención Competencia del CFT ENAC

5. Marco Teórico

Tal como fue descrito en capítulos anteriores, la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (IES) impacta negativamente a un alto porcentaje de estudiantes que ingresan al sistema estudiantil y no solamente en Chile, sino que tal como demuestran estudios que se citarán posteriormente, este constituye un fenómeno que afecta a nivel mundial. Todo esto no solo va en desmedro del estudiante, sino también de su entorno familiar cercano.

Estudiante que no finaliza sus estudios genera no solo costos para la institución que abandona, sino también para la sociedad en la que se encuentra inmerso y también para el estado. De ahí la necesidad de poner especial énfasis en Estrategias de Retención que permitan hacerse cargo de la Deserción, poniendo especial énfasis en la calidad ampliamente cuestionada en la actualidad.

5.1 Modelos de Retención Estudiantil

Estudios sobre **Modelos de Deserción Estudiantil** en las IES (“Modelos de Análisis de la Deserción Estudiantil en la Educación Superior”, Erika Himmel K., Consejera Consejo Superior de Educación), han analizado la problemática desde un punto de vista conceptual agrupando en factores de tipo Sicológicos, Sociológicos, Económicos y Organizacionales las posibles variables que tienen incidencia en la deserción de estudiantes.

Los **Modelos Sicológicos** señalan que ciertas características personales del estudiante son las que determinan si este desertará o no; esto involucra antecedentes familiares del alumno, su rendimiento académico previo, el estímulo y apoyo familiar que sumado a la percepción de la dificultad que él mismo tenga de los estudios más su nivel propio aspiracional, conformarían aspectos que impactarían finalmente en la decisión de perseverar o desertar de sus estudios.

Por otro lado existen ciertas variables que se asocian a **Modelos Sociológicos**, donde destaca la influencia de factores externos al alumno en su decisión de seguir adelante con sus estudios y que se suman a las variables identificadas en el párrafo anterior. Cabe mencionar en este caso, la influencia que recibe del apoyo de sus pares y su integración social, que en caso de ser positiva gatilla cierto nivel de satisfacción personal, que desencadena en un compromiso institucional y que en consecuencia fortalece su decisión de perseverar en sus estudios.

Otras variables de alto impacto son las que reúne un **Modelo Económico**, que desde luego pone el foco en el ámbito costo-beneficio; esto quiere decir que el alumno que está cursando una carrera persevera cuando percibe que el beneficio económico asociado a sus estudios, es mayor que el que le entrega un trabajo o cualquier otra actividad. Por otro lado destaca como variable crítica su falta de capacidad para solventar sus estudios y de ahí la importancia de contar con mecanismos de ayuda focalizada para cubrir estas necesidades.

Finalmente existen los **Modelos Organizacionales**, que dicen directa relación con la evaluación de variables asociadas a los servicios que las casas de estudio ofrecen a sus estudiantes: fundamental es la calidad de la docencia y la experiencia del estudiante en clases. Las IES actualmente ofrecen todo tipo de actividades extra programáticas para mejorar la experiencia del alumno en su paso por la casa de estudios; tal es el caso del fomento del deporte, actividades culturales o de apoyo académico por mencionar algunas. Existen otras variables que impactan y que pertenecen a este tipo de modelos como la disponibilidad de recursos bibliográficos, el estándar de equipamiento de los laboratorios o ciertos indicadores como el número de estudiantes por docente.

Existe un último modelo asociado a la Deserción en la Educación a Distancia, la que es compleja y en permanente evolución. Dado que estos estudiantes no se integran físicamente a una IES, este fenómeno se ha intentado explicar a través de otros factores que escapan al alcance de este estudio. Sin embargo importante señalarlos por ser programas de educación que se han masificado en los últimos años.

A modo de centralización de los modelos planteados, se puede decir que un alumno se enfrenta a un proceso de tres fases al momento de iniciar una carrera; en la primera impacta directamente sus habilidades académicas previas, diversos factores socioeconómicos y la misma percepción que él tenga sobre sí mismo acerca de sus posibilidades reales de finalizar una carrera. Atendida esa fase viene la segunda donde juega un rol fundamental el costo versus beneficio de estudiar, lo que le gatilla un compromiso inicial consigo mismo y que sumado al apoyo financiero que le otorgue cierta casa de estudios, lo hace optar por una en particular. Posteriormente como tercera fase y última, aparecen factores que modifican las aspiraciones iniciales; aquí destacan factores tales como su desempeño académico y experiencia social, sumado a las características organizacionales propias de cada institución. Apoyo financiero adecuado y buena integración académica no hace más que reforzar la percepción de beneficio del alumno y que en consecuencia lo lleva a finalizar sus estudios; mientras que una experiencia más bien negativa produce un desequilibrio de su análisis costo-beneficio, incrementando con ello su probabilidad de deserción.

A partir de los años 70' tanto EEUU, Canadá y los países de la OCDE tuvieron tasas históricas de deserción alcanzado cifras del orden del 30 al 50%, motivo por el que muchos autores han explicado este fenómeno y se concluye que las variables de interés que explican la deserción, pertenecen a uno de los modelos identificados anteriormente. Spady (1970), Tinto (1975), Fishbein y Ajzen (1975) fueron los precursores, señalando que las variables pueden agruparse en las siguientes categorías: socioeconómica, institucional, académica, individual y todo tipo de combinaciones entre sus modelos. La matriz topológica (Díaz, 2008) de la figura a continuación identifica a cada autor, y bajando por la diagonal señala otros autores que han usado como base sus modelos; si se baja aún más por la diagonal se verá que intersecta con las variables agrupadas por categoría, identificando las variables que usó cada autor en su estudio.

5.2 Causas de Deserción Universitaria

Se necesita identificar las posibles causas que gatillan Deserción Estudiantil, para posteriormente aplicar acciones o estrategias en apoyo de la Retención. Si bien existe experiencia a nivel internacional en esta materia, los estudios en Chile al respecto son más bien escasos; uno de ellos es el “Estudios sobre causas de la Deserción Universitaria” (Centro de Micro Datos del Departamento de Economía, Universidad de Chile, 2008) logrando determinar las principales causas desencadenantes de Deserción para alumnos de primer año universitario; si bien el objeto de este estudio va orientado a los Centro de Formación Técnica, se analizará en base a Universidades para extrapolar posteriormente a los CFT.

Antes de comentar los resultados obtenidos, señalar que este estudio tiene como fuentes de información los datos recopilados a través de una Encuesta Web aplicada a directivos universitarios y profesionales asociados al área de Dirección de Asuntos Estudiantiles, Entrevistas en Profundidad aplicadas a directivos universitarios, Dirección de Docencia y Unidades de Análisis Institucional y finalmente Focus Group aplicados a estudiantes desertores.

Las universidades en las que se aplicó fueron Universidades Estatales, Universidades Privadas con aporte fiscal directo, Universidades Privadas sin aporte fiscal directo, demostrando que el perfil del alumno desertor no tiene diferencias significativas entre las distintas instituciones y carreras en que fue aplicado el instrumento.

Problemas Vocacionales

Este es un factor determinante de deserción en alumnos de primer año, ya que muchas veces no tienen perfecta claridad sobre lo que realmente se quieren dedicar en un futuro lo que desencadena una deserción temporal; suele pasar que el estudio se continua en un tiempo posterior. Los principales motivos asociados a esta problemática dice relación con:

- ✓ Alumnos no quedan en la carrera que esperaban, ya que el ingreso se lleva a cabo a través de un proceso selectivo.
- ✓ Falta de acceso a información y orientación, en términos no solo de información acerca de la carrera, malla y planes de estudio, inserción laboral y remuneraciones; sino también de orientación vocacional, para disminuir brechas entre las competencias de los alumnos y las exigencias de cada carrera. Se concluye además que los alumnos demandan por apoyo psicológico después de haber ingresado a una institución, y que los directivos reconocen que no existen estrategias de retención de alumnos vulnerables ya que el foco está en su rendimiento académico. Si bien existen portales como MiFuturo (<http://www.mifuturo.cl> del Ministerio de Educación de Chile) que orientan en este sentido, se concluye que los alumnos no consultan estos sitios sino que más bien son influenciados por lo que se comenta en redes sociales.

Problemas Económicos

Los problemas económicos de los estudiantes o de sus familias constituyen una causa de deserción, y más aún si se considera que cada vez ingresan más alumnos provenientes de los primeros quintiles alcanzando mayor cobertura en las familias de ingresos más bajos. Por este mismo motivo han aumentado las becas y créditos para apoyar a estos estudiantes, sin embargo enfrentan igualmente un costo de oportunidad en términos de conseguir un trabajo para sus costear sus propios gastos o los de su familia.

Esto desencadena que ante una disminución del ingreso familiar, lo primero que el alumno deja de lado son sus estudios para contribuir al hogar.

Rendimiento Académico

Problemas de rendimiento académico es reconocido transversalmente como una de las principales causas de deserción estudiantil en alumnos de primer año, gatillado principalmente por:

- ✓ Falta de motivación causada por problemas vocacionales, lo que genera desinterés por parte del alumno y con ello muchas veces inasistencias, disminuyendo en consecuencia su rendimiento.
- ✓ Debilidad académica previa, producto de la brecha existente entre la base de conocimientos adquirida en la Enseñanza Media y las exigencias de la carrera, como también la falta de hábitos de estudio. Estudiantes provenientes de colegios municipalizados tienen mayor debilidad académica previa.
- ✓ Dificultades en metodología de enseñanza y aprendizaje, que se gatilla por el cambio brusco de la Enseñanza Media a la Educación Superior, donde se necesitan hábitos de estudio y una forma de relacionarse distinta con pares y docentes; esto debiese superarse en los primeros meses, sin embargo a algunos estudiantes requieren más tiempo y/o ayuda para conseguir la integración requerida. Problemas asociados a diseños de mallas y planes de estudio, no producirían un impacto digno de destacar.
- ✓ Insatisfacción con la carrera producto de no cumplirse las expectativas en torno a su formación, como mala evaluación de aspectos tales como empleabilidad o remuneración.

5.3 Estrategias de Retención

Programas de Apoyo Académico

Corresponde a la entrega de herramientas por parte de la Institución que le permitan facilitar su inserción en la IES; cursos de nivelación o remediales, corresponde a todo tipo de clases adicionales (ayudantías, tutorías) de modo de entregar las herramientas necesarias al alumno para que tenga éxito académico; en algunas instituciones estos programas se realizan previo al inicio del semestre normal.

Programas de Apoyo Económico y Social

Se concluye que en todas las universidades existe este tipo de apoyo no solo para alumnos de primer año que constituye el objeto de este estudio, sino que son los mismos beneficios que aplican a todos los estudiantes y se reconoce que cada vez existe mayor cobertura. Excepcionalmente existen ayudas asociadas a una carrera en particular, como contratación de alumnos para trabajos part time.

Programas de Apoyo Personal y de Integración

Se destacan los Programas de Apoyo Médico y Sicológico (charlas y talleres de desarrollo personal, creación de hábitos de estudio, mejoramiento de la autoestima, control de angustia y ansiedad), jornadas de diálogo con los alumnos o atenciones personalizadas fuera del horario de clases. La asesoría de los sicólogos y orientadores abordan temas de salud mental como estrés o depresión y asesoría vocacional.

Se detectó que los alumnos si bien saben de la existencia de estos programas, señalan que la difusión es escasa y que por lo mismo el propio alumno debe buscarlo como iniciativa propia.

Programas de Integración y Motivación

Este tipo de programas que facilitan la inserción del estudiante a la IES, como ambientes innovadores que incentiven aprendizaje y motivación a perseverar en los estudios, constituyen programas de alto impacto en contra de la deserción. Se destaca que los fondos asociados a proyectos MECESUP incentiva fuertemente este tipo de programas.

Retroalimentación oportuna de alumnos en riesgos de deserción para corregir tomando alguna acción suelen ser escasas; generalmente esto se encuentra en manos de los docentes, sin una estrategia formal definida. Por otro lado todas las actividades extracurriculares tales como deporte, actividades culturales o recreativas facilitan la integración de los alumnos al momento de su ingreso.

Finalmente se concluye que si bien existen distintos programas de apoyo al alumno desertor abordando temáticas específicas donde existe un vacío, no existen “estrategias de retención

de alumnos con características de programas integrales que aborden varias causas de modo coherente”(estudios sobre causas de la Deserción Universitaria, Centro de Micro Datos del Departamento de Economía, Universidad de Chile 2008), sin embargo se observa que la tendencia irá en esa línea, donde los fondos MECESUP juegan un rol clave al apoyar este tipo de programas.

A Nivel Internacional

A nivel mundial las estrategias más que ir focalizadas en las variables indicadas en el ítem 5.1, centra sus esfuerzos en variables que puede más bien controlar la misma institución.

Tinto (1975, autor ampliamente referenciado en distintos estudios de deserción y cuyo modelo de análisis ha sido reconocido a nivel mundial), identifica aspectos que promueven retención:

- ✓ Demostrar altas expectativas sobre el desempeño de los estudiantes, de modo que sientan la motivación por los resultados de su esfuerzo.
- ✓ Programas de apoyo académico, social y personal.
- ✓ Retroalimentación temprana a los estudiantes para que estos puedan identificar sus debilidades y disponer del tiempo para corregirlas y superarlas.
- ✓ Valorar su integración a la comunidad universitaria, con énfasis en su facultad y campus, a través del contacto directo y de calidad con profesores, administrativos, y entre los propios estudiantes.
- ✓ Ambientes que incentivan el aprendizaje a través de incorporación de nuevas Tecnologías de Información y Comunicación, prácticas de docencia innovadoras, cambios en métodos de enseñanza y aprendizaje, entre otros.

En el cuadro a continuación es posible ver las estrategias adoptadas por IES a nivel internacional.

	Universidad de Syracuse	Universidad de Ohio	Instituto de Investigación en Educación Superior de la U. de California Los Ángeles
Estrategia	Aprendizaje colaborativo y cooperativo	Acceso más selectivo. Si bien mejoró su tasa, posteriormente disminuyó 4 puntos, lo que los llevó a implementar programas de integración de estudiantes, orientación e involucramiento con docentes.	Foco en el potencial académico y atributos personales del estudiante (perfil de ingreso del estudiante)
Mejora Tasa de Retención	13 puntos	19 puntos	Sin registro

Tabla 8: Programas de Retención a Nivel Internacional

Estudiantes Vulnerables

Dado que el perfil de ingreso de los estudiantes del Centro de Formación Técnica ENAC es vulnerable, se pone especial énfasis en este segmento de estudiantes; este tipo de alumno suele venir de estratos de bajos ingresos con evidente bajo rendimiento académico previo. Investigaciones internacionales como el caso de universidades en Canadá han tenido alto impacto; estudiantes que deben integrarse a un ambiente socio cultural diferente a su origen, lo que sumado a un bajo rendimiento académico previo genera condiciones propicias para la deserción estudiantil. Son alumnos que no tienen técnicas ni hábitos de estudio, estudian solos y no piden ayuda. Algunas instituciones están dispuestas a colaborar con este tipo de estudiantes a cambio de algún financiamiento público y en consecuencia incorporan dentro de su proyecto educativo la deserción como componente de especial preocupación.

En Reino Unido sucede algo similar que el caso de Chile, donde la masificación del acceso a la educación superior ha permitido mayor cobertura en las familias de bajos estratos; ellos estiman en un 35% por sobre el costo de un estudiante promedio, el hacerse cargo de alumnos de estrato social bajo y mal rendimiento académico previo.

En la Universidad de Wisconsin-Milwaukee en EEUU, se hizo una encuesta entre sus alumnos desertores, identificando las siguientes categorías en torno a las que se podían

asociar sus respuestas: angustia e incertidumbre, problemas de ajustes, expectativas irrealistas, debilidades en su formación académica previa, incompatibilidad e irrelevancia. En base a esto diseñaron tutorías especiales para abordar cada temática, obteniendo buenos resultados de retención. Otras universidades determinaron las siguientes acciones para disminuir deserción:

	Universidad de Cincinnati	Universidad de Memphis	Universidad de Pittsburg
Acciones para disminuir deserción	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Implementación de módulos de aprendizaje cooperativo; redes y grupos de estudio por cohorte. ✓ Equipos de tutores con experiencia enseñan técnicas de estudio y manejo de tiempo para responder adecuadamente a las exigencias de la carrera. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de un consejero previo a la aceptación de la carga académica. ✓ Tutorías en los principales cursos de primer año. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Entrega de guía de sobrevivencia para el primer año universitario. ✓ Dos semestres con cursos de orientación y apoyo de estudiantes a alumnos de primer año.

Tabla 9: Acciones para Disminuir Deserción

A partir de este estudio se concluyen las siguientes tres recomendaciones:

- ✓ Usar todo tipo de fuente de información disponible para disminuir costos de recopilación y procesamiento de datos; caso contrario puede ser de alto costo.
- ✓ Se recomienda investigar las posibles causas con la información disponible, integrando mecanismos de predicción de deserción para identificar grupos vulnerables. Como segunda fase hacer un monitoreo a las acciones llevadas a cabo.
- ✓ Avanzar gradualmente a estudios de deserción, de la misma forma como partieron hace años atrás fuera de Chile y de los cuales aún no se puede obtener resultados concluyentes.

Experiencia Nacional

En Chile se generan más bien acciones por sobre estrategias, ya que no existen análisis posteriores que den cuenta de la efectividad de las acciones llevadas a cabo. Destaca las siguientes experiencias a nivel nacional.

Universidad de Chile	Pontificia Universidad Católica	Universidad del Bío-Bío
<p>En los 90' detectaron dificultades en el plan de estudio y métodos de enseñanza y aprendizaje, sumado a un ambiente hostil por la alta matrícula. Se modificó el plan de estudio y disminuyeron vacantes. Se sabe que esto mejoró la deserción, sin embargo no hay registro cuantitativo que lo respalde.</p>	<p>Incluye segmentos con altos puntajes PSU y menos vulnerables desde el punto de vista socio-económico. Fortalecieron aspectos vocacionales y efectividad en el método de enseñanza y aprendizaje. Tutorías individuales y grupales, fortalecimiento de métodos de estudio y flexibilidad curricular. Se sabe que esto mejoró la deserción, sin embargo no hay registro cuantitativo que lo respalde.</p>	<p>Es diferente porque su experiencia corresponde a un diseño de estrategia de retención y que forma parte del Convenio de Desempeño formado con Mineduc; focaliza acciones en un grupo vulnerable de estudiantes implementando un diseño integral, incluyendo retroalimentación del mercado laboral hacia los planes de estudio.</p>

Tabla 10: Experiencia a Nivel Nacional

Experiencia en CFT ENAC

Estudios Año 2013

En el CFT ENAC se hizo un estudio de deserción el año 2013 (información obtenida del Informe Ejecutivo Estudio de Desertores 2013, Unidad de Análisis Institucional y Aseguramiento de la Calidad, Carol Galleguillos), cuyo objetivo era identificar el perfil de alumnos desertor ENAC y conocer sus principales razones que influyeron para tomar la decisión. Para la obtención de resultados se aplicó una encuesta entre los días 6 de Mayo y 28 de Junio de 2013, con una base de desertores entre los años 2011 y 2013.

Las principales razones por las que el alumno deserta pueden resumirse en que **razones económicas** influyeron de manera importante en la decisión de abandonar ENAC, siendo específicamente el empeoramiento de la situación económica la razón más relevante (55% afirma que sí influyó).

Razones laborales influyeron también en la decisión de dejar ENAC, lo que permite extrapolar su posible vinculación con razones económicas.

Razones académicas no parecen ser muy decidoras de la decisión de dejar ENAC. A pesar de eso hay un porcentaje no menor de alumnos (17%) que considera que el haber reprobado asignaturas influyó en cierta medida en su abandono.

Razones institucionales son poco mencionadas. El ítem que destaca es aquel relacionado a no cumplimiento de expectativas (19% afirma que sí influyó), el cual está relacionado a razones vocacionales y de información.

Razones vinculadas a la carrera estudiada destacan en cuanto a no cumplimiento de expectativas (16% afirma que sí influyó) y diferencias con lo pensado (18% afirma que sí influyó). Ambas se relacionan a dudas vocacionales y falta de información previa.

De acuerdo a lo anterior, en cuanto a **dudas o razones vocacionales**, hay poca dificultad explícita (9%), sin embargo un mayor porcentaje declara que se retiró de una carrera que no quería estudiar (16%), y otro declara haber tenido interés luego por una carrera distinta (13%).

Razones de salud sobresalen con un alto índice de afirmación, destacándose nuevamente no sólo la dificultad directa que esto acarrea, sino además las implicancias económicas que involucra. Destaca problema de salud física del sostenedor o estudiante con 31% que lo afirma, y situación de embarazo propio o de pareja con un 24% que señala influencia.

Razones relacionales que implican trato con alumnos, profesores y funcionarios, parecen ser poco influyentes en la decisión de los alumnos de desertar de sus estudios.

Razones personales tienen un alto impacto en su decisión, destacándose los problemas al interior de la familia (34% afirma que sí influyó), concordante con los ítems de salud y económicos, baja motivación por estudiar (19%) y bajo apoyo familiar (16%).

Influencia de las distintas razones: Los alumnos desertores evalúan que la principal razón que influyó en su decisión de abandonar ENAC es el empeoramiento de la situación económica (55%). Además, las siguientes razones argumentadas (problemas familiares, 34%, y Salud 31%) están fuertemente ligadas al mismo ítem económico, reforzándose por una razón u otra, como principal motivador de la deserción.

Estudios Año 2014-2015

En este estudio se consideraron tramitaciones de retiro y suspensión (información obtenida del Informe Descriptivo de Variables que Influyen en la Suspensión y el Retiro de los Estudiantes del Centro de Formación Técnica ENAC, Vicerrectoría De Integración y Desarrollo Estudiantil Abril 2016), en base a las constancias que registra la unidad de Secretaría Académica. El universo de estudiantes fue de 731 y los motivos se clasifican en:

- ✓ Económicos
- ✓ Académicos
- ✓ Laborales
- ✓ Salud
- ✓ Embarazo
- ✓ Vocación
- ✓ Familiares
- ✓ Otros motivos

Respecto de los resultados hubo 365 solicitudes el 2014, donde los motivos de mayor influencia fueron los Económicos (19%), seguidos de los Familiares (16%) y luego Embarazo y Vocación (ambos con 15%). En el 2015 fueron 366 solicitudes, donde los motivos económicos nuevamente lideran el ranking (25%), seguidos de la Vocación (20%), Salud y Familiares (ambos con 11%).

Un análisis por jornada de esta información señala que los motivos económicos siguen liderando el ranking (21.8%), seguido de la Vocación (17.27%) y posteriormente Motivos Familiares (14.76%). Cabe destacar el aumento de los motivos económicos del año 2014 al 2015 en la jornada vespertino (6.25% a un 27.87% respectivamente).

5.4 Obtención de Variables a Aplicar en Modelos de Retención Estudiantil

Debido a los avances de la tecnología es que actualmente se cuenta con muchos datos que están siendo capturados a diario; a través de diversos medios de captura aumentan considerablemente los volúmenes de estos para destinarlos a distintas unidades de almacenamiento, y cada día a menor costo. Es aquí donde cobra relevancia las técnicas de Business Intelligence (BI), que permiten crear conocimiento para una oportuna toma de decisiones en base a los datos recientemente señalados. La información que está contenida en los datos puede ser extraída a partir de técnicas de BI, para crear conocimiento potencialmente útil para quienes deciden el futuro de las organizaciones.

De acuerdo a su complejidad las técnicas BI pueden clasificarse en **Soluciones de Datawarehouse** donde destacan principalmente los Cubos OLAP para pivotar información en modelos multidimensionales, y por otro lado en soluciones basadas en **Analítica** destacando: Análisis Estadístico, Pronósticos, Optimización, Minería de Procesos y Data Mining que son las que contienen técnicas **Predictivas**. Es precisamente a estas últimas soluciones en las que se ahondará en los siguientes capítulos.

Técnicas ampliamente usadas para predecir Deserción son basadas en modelos de Árboles de Decisión, Redes Neuronales o herramientas basadas en Modelos de Regresión Logística, que son capaces de clasificar oportunamente a alumnos en riesgo de deserción, explicando su rendimiento académico en base a factores socioeducativos o variables pertenecientes a los mismos grupos señalados al inicio de este capítulo, con buenos resultados tal como se señalará posteriormente.

Esta materia es la que se conoce como **Educational Data Mining**, definida como aquella disciplina que desarrolla métodos para explorar datos provenientes del sistema de educación, de modo de usar estos modelos para entender mejor a los estudiantes (The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions, RYAN S.J.D.BAKER, Department of Social Science and Policy Studies AND KALINA YACEF, School of Information Technologies).

5.5 Proceso de Extracción de Conocimiento KDD y Data Mining

Antes de adentrarse en las técnicas **Predictivas del Data Mining**, señalar que estas pasan a ser un eslabón de un proceso mayor de extracción de conocimiento conocido como **Knowledge Discovery in Databases KDD**, que es finalmente el proceso que involucra los pasos necesarios previos a la aplicación de la técnica de minería de datos seleccionada, hasta el paso final que es la entrega de información para la toma de decisiones.

El **Proceso KDD** incluye la **Consolidación de Datos** que puede provenir desde distintos sistemas transaccionales (que serían las variables de interés señaladas en el capítulo 5.1 por ser consideradas variables de mayor capacidad predictiva), para luego iniciar la fase de **Selección y Preprocesamiento** de los datos consolidados, de modo de tener solo data útil y limpia. Acto seguido se procede con la aplicación de la técnica de **Minería de Datos** para detectar patrones de comportamiento: lo que se necesita es **detectar oportunamente alumnos en riesgo de deserción**, luego lo que existe implícito en este requerimiento es algún **Modelo Predictivo de Deserción**. Existen numerosas técnicas predictivas tales como Árboles de Decisión o Redes Neuronales, cada una con sus fortalezas y debilidades y que aplican para solucionar distintas problemáticas, y que por consiguiente se analizará posteriormente a través de distintos estudios en esta materia, para justificar la selección de alguna de ellas. Continuando con el proceso de KDD y luego de haber aplicado la técnica de minería que mejor satisfice el requerimiento, corresponde la fase de **Interpretación y Evaluación** de la información obtenida, para dar inicio a la **Visualización de Conocimiento** en su etapa final, y junto con ello la posibilidad de **Apoyo a la Toma de Decisiones**. Las distintas fases del proceso KDD mencionado, son posibles de visualizar en la figura a continuación.

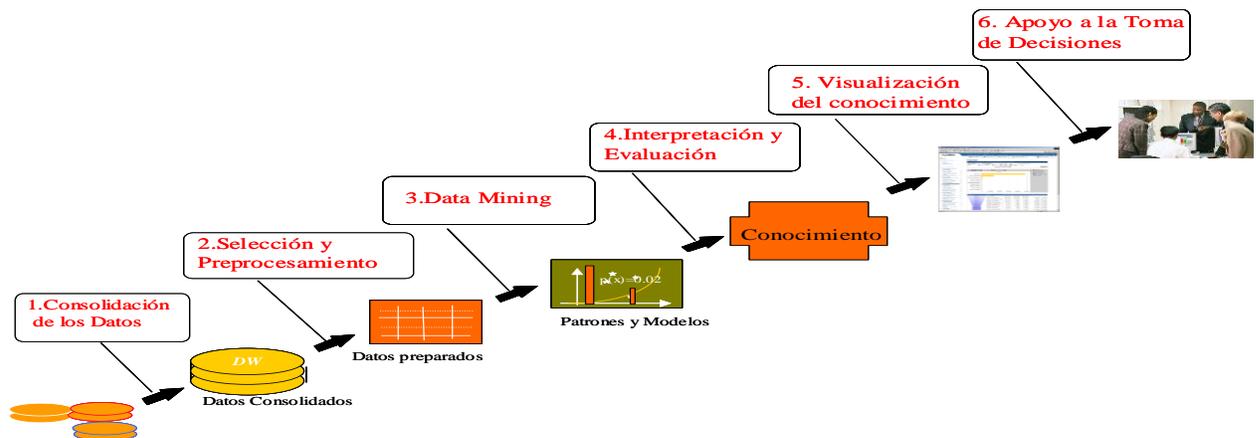


Figura 8: Fases del Proceso de Extracción de Conocimiento KDD

Data Mining

Data Mining proceso que forma parte del KDD, se refiere al proceso de descubrir patrones en grandes volúmenes de datos; su principal objetivo es extraer información a partir de un conjunto de estos, para transformarlos en conocimiento de apoyo a la toma de decisiones. Estos patrones posibles de detectar involucran agrupación de registros también conocidos como Segmentación o Clustering, detección de dependencias a través de Reglas de Asociación, Correlación o Modelos Predictivos que pueden ser de **Clasificación o Regresión** y que constituyen el objeto de estudio para este trabajo.

Adicionalmente destacar que en Data Mining se tienen dos tipos de modelos: Supervisados y No Supervisados. Mientras los Supervisados van más orientados a tareas predictivas, con cierta capacidad de ajuste y con una variable objetivo a modelar, los No Supervisados están orientados a tareas descriptivas, con error más bien difuso y con muchas variables describiendo a muchos objetos. Gráficamente se puede interpretar de la siguiente forma:

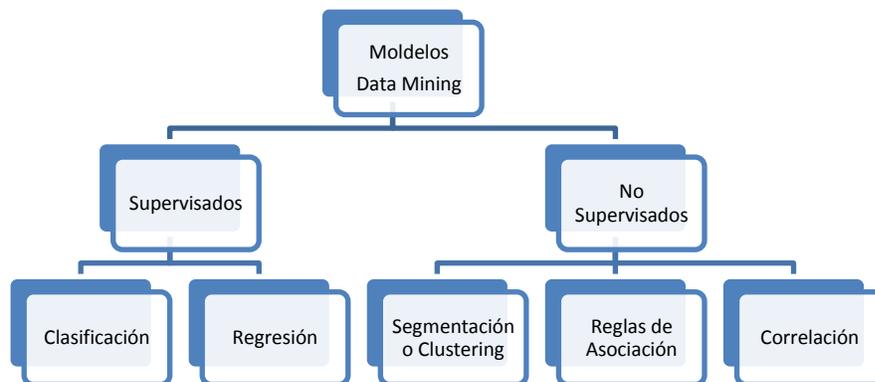


Figura 9: Modelos de Data Mining

El interés es clasificar a un alumno como Desertor o No desertor lo que gatillaría la calibración un modelo predictivo, de modo que el modelo es de **Clasificación** y por ende **Supervisado**. Posterior a esto se podría aplicar otras técnicas de minería tales como **Segmentación o Asociación** para detectar similitudes entre los estudiantes desertores, o determinar su origen con alguna técnica de **Clustering** que los agrupe.

Se mencionó anteriormente en este mismo capítulo, que tanto Árboles de Decisión como Redes Neuronales son algoritmos clásicos de Predicción; sin embargo estudios que se citará en esta materia señalan que **Árboles de Decisión ya sea ID3, C4.5 o Naives Bayes Tree**, junto a las **Técnicas Bayesianas** tienen altos índices de precisión cuando de predicción se trata, motivo

por el que se encuentra rankeado dentro de los 10 mejores algoritmos de Minería de Datos (Wu, X., & Kumar, V. (Eds.).(2010). The top ten algorithms in data mining. CRC Press).

Modelos de Regresión Logística

Modelos de Regresión Logística han sido igualmente usados para predecir Deserción, clasificando adecuadamente 75% de los datos de ciertas muestras. Estudios asociados a estos trabajos reconocen la cantidad de factores que influyen en el rendimiento académico (considerar que buen rendimiento va directamente relacionado a la perseverancia del estudiante en su carrera), tanto internos que son propios del estudiante como externos y que dicen relación con las características aptitudinales, intelectuales, y otras propias de su personalidad, hasta factores motivacionales como la percepción que el mismo tenga de sus propias capacidades para lograr su objetivo estudiantil. Reconoce igualmente que la asistencia a clases repercute generalmente en buen desempeño académico.

Esta técnica se ha usado para predecir rendimiento académico mediante las características socioeducativas y el uso de regresión logística, método lineal que modela la probabilidad de ocurrencia de un evento. Estos resultados son categóricos, es decir su resultado adquiere un número finito de categorías, en función de sus variables independientes que serían las variables predictoras, que pertenecen a uno de los cuatro grupos señalados en este capítulo. Estas técnicas son útiles modelando probabilidades asociadas a un evento, que ocurre producto de otro grupo de factores.

Se presentará a continuación referencias a trabajos realizados en distintos países (lo que demuestra que el interés por la retención no solo es a nivel nacional), y que mostraron buenos resultados en cuanto a Predicción de Deserción, usando los algoritmos de Data Mining señalados anteriormente; por otro lado importante destacar, que las variables que usaron para las predicciones pertenecen a uno de los grupos identificados en el punto 5.1 de este capítulo. Posteriormente se mostrará un tercer caso de estudio, donde se empleó Regresión Logística para resolver un problema similar, cuyas variables utilizadas igualmente pertenecen a uno de los cuatro grupos ya identificados. Destacar que disponer de información acerca de las variables específicas que impactan en la deserción de estudiantes en las IES, contribuye a la definición de estrategias de retención para mejorar este indicador.

5.6 Casos de Estudio

Caso 1 - México

En la Universidad Autónoma del Estado de México (Análisis Comparativo de Algoritmos de Minería de Datos para Predecir la Deserción Escolar Maricela Quintana López, Juan Carlos Trinidad Pérez, Saturnino Job Morales Escobar, Víctor M. Landassuri Moreno, Centro Universitario UAEM Valle de México, 2013), se diseñó un Sistema Inteligente para la Tutoría Académica (SITA), con el objetivo de detectar las situaciones de riesgo que movilizan a que un estudiante deserte de sus estudios; el objetivo de este sistema era monitorear el desempeño académico.

La metodología usada fue la del KDD; consolidaron datos académicos obteniendo información de sus calificaciones en valores numéricos y nominales tal como muestra la tabla a continuación:

Atributos	Valores Numéricos	Valores Nominales
Número de Cuenta	Matrícula institucional	Matrícula institucional
Introducción a la Computación	0-100	A: Aprobado R: Reprobado NP: No Presentó
Álgebra y Geometría Analítica		
Administración		
Estática y Dinámica		
Introducción a la Ingeniería		
Técnicas de Comunicación		
Álgebra Lineal		
Calculo Diferencial e Integral		
Fundamentos de Programación		
Arquitectura de computadores		
Química		
Desertó	si, no	si, no

Tabla 11: Datos Utilizados con su Respectivo Tipo de Variable

Una vez preprocesados los datos optaron por los siguientes algoritmos de minería: Árboles de Decisión y Técnicas Bayesianas.

Los Árboles de Decisión pueden manejar valores nominales y/o numéricos; los más utilizados son **ID3** (solo trabaja con datos categóricos), **C4.5** y **Naives Bayes Tree**. Por otro lado los **Algoritmos Naives Bayes** son un grupo de clasificadores estadísticos que al ser aplicados a una instancia nueva, dan como resultado las probabilidades de que dicha instancia pertenezca a una clase determinada (funcionan con datos nominales y/o numéricos).

De los resultados obtenidos en este estudio se concluye que es posible obtener un Modelo Predictivo utilizando calificaciones de un grupo de alumnos; respecto de las técnicas usadas se concluye que desde el punto de vista cuantitativo el algoritmo **Naive Bayes Tree** es el que tiene menor error al momento de clasificar; sin embargo desde el punto de vista cualitativo el **Árbol de Decisión C4.5** provee de información de utilidad que puede usar el tutor académico.

Caso 2 - Colombia

Estudios realizados para las Instituciones de Educación Superior Universidad de Nariño e Institución Universitaria CESMAG de Colombia (La Minería de Datos como un Método Innovador para la Detección como Patrones de Deserción Estudiantil en Programas de Pregrado en IES Ricardo Timarán Pereira, Andrés Calderón Romero Universidad de Nariño Colombia, Javier Jiménez Toledo Institución Universitaria CESMAG Colombia), incluyeron métodos de minería de datos para detección de patrones de deserción estudiantil a partir de variables socioeconómicas, académicas, disciplinares e institucionales.

La metodología usada fue igualmente KDD; consolidaron los datos de las variables señaladas, seleccionaron y preprocesaron la información para finalmente conservar los siguientes atributos:

No	ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN
1	Sexo	Género del estudiante
2	Edad_ingreso	Edad del estudiante al ingresar a la institución.
3	Estrato	Estrato socioeconómico al que pertenece el estudiante
4	Estado_civil	Estado civil del estudiante al ingresar en la institución
5	Régimen_salud	Régimen de salud al que está afiliado el estudiante
6	Zona_nacimiento	Zona del Departamento de Nariño o del país donde nació el estudiante
7	Zona_procedencia	Zona del Departamento de Nariño o del país donde reside el estudiante al ingresar en la institución
8	Padre	Si el estudiante tiene padre o no al momento de ingreso
9	Ocupación_padre	Ocupación del padre
10	Madre	Si el estudiante tiene madre o no al momento de ingreso
11	Ocupación_madre	Ocupación de la madre
12	Hermanos_u	Si el estudiante tiene o no hermanos estudiando en la IES
13	Tipo_residencia	Si el estudiante vive en una residencia propia o arrendada
14	Vive_con_flia	Si el estudiante vive con la familia o no
15	Ingresos-flia	Ingresos del núcleo familiar del estudiante al año
16	valor_matrícula	Valor promedio de la matrícula pagada por el estudiante durante la carrera
17	Tipo_colegio	Si el estudiante terminó el bachillerato en un colegio oficial o privado
18	Jornada_colegio	Jornada de estudios del colegio
19	Icfes_promedio	Promedio de las áreas de la prueba del ICFES.
20	Icfes_total	Puntaje total del ICFES
21	Facultad	Facultad a la que pertenece el estudiante
22	Área_programa	Área a la que pertenece el programa o carrera
23	Promedio_notas	Promedio de notas del estudiante en su carrera
24	Materias_perdidas	No. de materias que ha perdido el estudiante en la carrera
25	Semestre_perdidas	Determina si las materias pérdidas fueron en los primeros semestres (1 a 4), en los del medio (5-7) o en los finales (8-10)
26	Área_materia	Área a la que pertenecen la mayoría de las materias perdidas
27	Veces_perdida	Número de veces que ha perdido una materia
28	Deserción	Atributo clase que determina si el estudiante desertó o no

Tabla 12: Atributos Considerados para el Ejercicio

En este caso de estudio la técnica de clasificación usada para determinar si el estudiante deserta o no, fue a través de **Árboles de Decisión C4.5**.

De los resultados obtenidos se corrobora que tanto factores académicos como socioeconómicos son buenos predictores de deserción; lo que ya había sido avalado por otros estudios, donde todas las variables aplicadas en este caso pertenecen a uno de los cuatro grupos definidos en el punto 5.1 de este capítulo.

Caso 3 - Argentina

Estudios realizados en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste (FACENA- UNNE) de Corrientes en Argentina (“Predicción del Rendimiento Académico de Alumnos de Primer Año de la FACENA UNNE en función de su caracterización socioeducativa”, Eduardo Adolfo Porcel, Gladys Noemí Dapozo y María Victoria López, Publicado 10 de Agosto 2010), analizaron alumnos que ingresaron a dicha casa de estudios entre los años 2004 y 2005. Tanto las variables socioeducativas como académicas fueron obtenidas del propio sistema de gestión académico de la Universidad.

Las características socioeconómicas se obtuvieron desde un formulario de ingreso que se aplica por cada alumno que ingresa a la institución, por considerarse datos de mayor calidad en cuanto a completitud y validez; mientras que otras variables reconocidas como buenos predictores, tales como actividad laboral de los padres y alumnos reconocidos como buenos predictores de deserción, no pudieron ser incluidos en esta muestra por falta de calidad en estos datos. En base a esta información se desarrolló el modelo para analizar relación entre rendimiento académico y las variables socioeducativas.

Señalar que para este caso de estudio el rendimiento académico fue medido en torno a la asignatura de Matemáticas (por ser asignatura transversal dado los tipos de carrera que imparte dicha institución), midiéndose a través de una variable que toma el valor 1 si el alumno aprueba la asignatura y 0 en caso contrario (modelo de regresión logística binario). Las variables independientes usadas fueron año de ingreso, carrera, sexo, “tiene mail”, título secundario, tipo de establecimiento, cobertura social y estudio de los padres.

Realizadas las pruebas, el estudio arroja que las variables que resultaron significativas estadísticamente fueron año de ingreso, carrera, tenencia de mail, título secundario, cobertura social y estudio de los padres; quedando fuera sexo y tipo de establecimiento.

Importante destacar en este punto que estos son casos de estudio en países de América, y que muchas veces pueden tener resultados opuestos a nuestra realidad Chilena; tal es el caso de la no incidencia de la variable “tipo de establecimiento”, donde para nuestra realidad este factor tiene un impacto directo en las posibilidades de éxito de un estudiante, al comparar los resultados de alumnos provenientes de establecimientos privados versus municipales. Este patrón que es perfectamente identificable para nuestra sociedad, es avalado por investigaciones que efectivamente comprueban que el colegio de procedencia influye en el rendimiento académico universitario, y que se explica por los menores niveles de calidad de la educación municipalizada.

Como conclusión a este estudio se puede decir que este **Modelo de Regresión Logística** presenta un alto porcentaje de predicción concluyendo que “los modelos de regresión logística demuestran ser una herramienta muy poderosa para indagar sobre la explicación de variables categóricas de respuesta, en las que el investigador tenga especial interés”.

Caso 4 - Chile

Un estudio llevado a cabo en la Universidad del Bío-Bío el año 2010 (“Modelo para Estimar la probabilidad de Deserción de los Alumnos en la Universidad del Bío-Bío”, Convenio de Desempeño: Integración Social y Éxito Académico, Universidad del Bío-Bío 2010), y que resulta especialmente interesante por estar enfocado a un segmento de alumnos vulnerables (coincidente con el perfil del alumnos ENAC), utiliza un Modelo de Regresión Logística para la obtención de una tabla de puntuación, que le permita generar automáticamente la probabilidad deserción de los estudiantes.

Dicha probabilidad de deserción va asociada a una tabla de riesgo que identifica básicamente tres zonas: roja, amarilla y verde, dependiendo de la puntuación que el alumno obtenga y junto con ello la probabilidad de deserción asociada. En este caso los alumnos de la Zona Amarilla son los que deben concentrar las principales estrategias de retención que se definan, debido a que son alumnos que si bien se encuentran es un estado actual de Desertor, tienen oportunidades concretas de superar ese estado si se aplica la estrategia adecuada.

Gráficamente la aplicación luce tal como señala la imagen a continuación; dado el ingreso de los datos destacados en celeste, el sistema otorga una probabilidad de deserción que va asociado a una zona, en este caso amarilla (luego es un alumno candidato a aplicar una adecuada estrategia de retención).



SISTEMA DE EVALUACIÓN
ALUMNOS DE PRIMER AÑO
UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO

PARTE I: INFORMACIÓN DEL ALUMNO / CARRERA			
Rut Alumno	:	125728626	- 6
Sexo	:	Masculino	
Carrera	:	2915 Bachillerato	
Sede	:	Concepción	

PARTE II: INFORMACIÓN INGRESO			
PSU Lenguaje	:	600	Dependencia Establecimiento : Subvencionado
PSU Matemáticas	:	600	Tipo de Educación Media : Humanista/Científico Diurno
PSU Ciencias (1)	:	400	Beca de Excelencia Académica : No
Notas E. Media	:	6	Nivel Preferencia Carrera : 1

PARTE III: INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA ALUMNO	
Región Procedencia	: 09 Araucanía
Comuna Procedencia	: Cabrero
Nivel SocioEconómico	: Q1

PARTE IV: RESULTADO EVALUACIÓN	
Probabilidad de Deserción	: 47.89%
Zona de Riesgo	: Amarilla

Figura 10: Sistema que muestra Probabilidad de Deserción Alumnos

Lamentablemente el estudio no muestra resultados en términos de tasas de mejora de Retención, sin embargo es un estudio que se menciona por corresponder a una realidad chilena, orientada a segmento de alumnos de bajos ingresos, por formar parte de un Convenio de Desempeño con Mineduc y finalmente porque la lógica de este proyecto apunta a estrategias de retención (y no acciones puntuales), que involucra un programa integral abordando causas de forma coherente, y por lo mismo deseable de replicar en este trabajo.

6. Diseño del Negocio

6.1 Capacidades

Las Capacidades (del inglés “Capability” que consiste en poder hacer algo distintivo, una innovación tecnológica. “Ingeniería de Negocios Diseño Integrado de Servicios, sus Procesos y Apoyo TI”, Master in Business Engineering Universidad de Chile, profesor Óscar Barros) a desarrollar para llevar a cabo este proyecto dice relación con la detección oportuna de estudiantes desertores, identificando ciertos patrones en los alumnos que los impulsan al abandono temprano de sus estudios. De cumplirse esto último se estaría en condiciones de tomar algún curso de acción para mitigar este efecto no deseado.

Para esto se debe analizar dos procesos clave: por una parte y con la ayuda de la información recopilada **Analizar el Comportamiento del Estudiante**, para posteriormente tomar acciones que bien pueden ser mapeadas al proceso de **Generación de una Oferta**, en términos de que algo se gatilla como respuesta al primer proceso.

Los conceptos destacados en el párrafo anterior corresponden a los involucrados en el Patrón de Negocios 1; por consiguiente de forma natural se deduce que para la implementación de este proyecto aplica el uso de este patrón. En el siguiente ítem se abordará este tema con mayor profundidad.

Brevemente es posible resumir que las **Capacidades** que soportan este proyecto vienen dadas por:

- ✓ Analizar información proveniente de distintas fuentes sobre el perfil de ingreso de los estudiantes más información adicional que lo caracterice, para determinar posibles candidatos en riesgo de desertar.
- ✓ Tomar medidas y/o acciones oportunas para mitigar el riesgo de desertar.

El patrón de negocio que genera la necesidad de implementar las **Capacidades** señaladas, a su vez se puede mapear a **Patrones de Arquitectura y de Procesos de Negocio**, dando paso a los llamados **Macroprocesos**. Cada uno de estos temas será abordado en los siguientes puntos.

6.2 Patrón de Negocio

Para el Diseño del Negocio se utilizan Patrones como modelos de referencia (metodología propuesta en el libro “Ingeniería de Negocios Diseño Integrado de Servicios, sus Procesos y Apoyo TI”, Master in Business Engineering Universidad de Chile, Profesor Óscar Barros), cuya principal función es identificar las relaciones necesarias para que un negocio opere y que permitan finalmente, armar propuestas de diseño como la que se propone a continuación.

Para sustentar la **Propuesta de Valor del Proyecto** (identificada en el capítulo siguiente) y tal como se había anticipado en el punto anterior se utilizará el **Patrón de Negocios 1 (PN1): Venta Basada en el Conocimiento del Cliente**, cuyas funciones y relaciones aparecen destacadas en la figura siguiente.

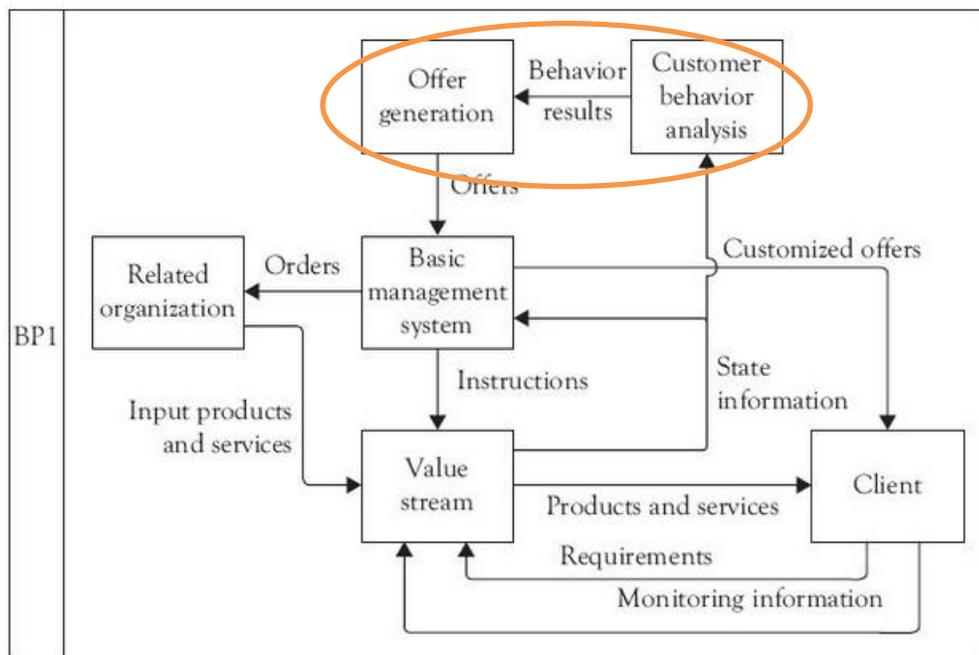


Figura 11: Patrón de Negocios 1 (PN1)

La asociación de este patrón al proyecto es que se busca identificar a través de distintos tipos de instrumentos que en la actualidad miden el perfil de ingreso de los estudiantes del CFT ENAC (sin descartar la posibilidad de que se incluyan otros instrumentos que generen más variables medibles) ciertos patrones, de modo de anticipar las principales razones que gatillan la deserción de los estudiantes, para posteriormente aplicar cursos de acción que permitan disminuir esta deserción.

Por su parte el Patrón de Negocios 1 (Venta Basada en el Conocimiento del Cliente), se caracteriza por un Modelo de Negocios en la línea de ofrecer servicios integrales, basado en la

generación de valor a los clientes por medio de servicios personalizados y ventajas de mejores precios; si se anticipa a la **Propuesta de Valor del Proyecto**, este se ajusta perfectamente a este patrón toda vez que busca conocer al estudiante (cliente) lo mejor posible (sus condiciones de entrada, rendimiento académico, situación económica por mencionar algunas), de modo de poder anticipar posibles desertores y tomar medidas oportunamente para bajar este porcentaje de abandono que si bien seguirá existiendo, se espera que sea lo menor posible.

Esto en definitiva permite tener una especie de monitoreo de estudiantes, pudiendo de alguna forma modelar su comportamiento para finalmente tomar acciones que pueden ser masivas (aplicado a un grupo de estudiantes) o personalizados en algunos casos, lo que no haría más que reafirmar el **sello del trato personalizado y deferente** para con los estudiantes, característica que reconocen los alumnos y ex alumnos tal como fue señalado en el Planteamiento Estratégico, ítem Diferenciación del Modelo Delta.

Todo lo indicado hasta este punto justifica el uso del Patrón 1 para sustentar el proyecto; además por descarte se puede dejar fuera los otros cuatro patrones de negocio, toda vez que no se está proponiendo una máquina generadora de capacidades (PN2) ni mejorando procesos internos (PN3); en este caso se está proponiendo la implementación de una Capacidad específica y lejos de mejorar un proceso existente, más bien se propone crear uno nuevo. Tampoco se está evaluando desempeños a través de KPIs (PN3), o al menos no en este proyecto (quizás sería interesante incorporarlo a futuro una vez implementado el proyecto de este trabajo). Tampoco se está proponiendo alguna innovación de productos (PN4) ni un uso óptimo de recursos (PN5).

6.3 Macroprocesos

Este proyecto se basa en Macro 1 porque impacta directamente a los procesos de relación con el estudiante y apunta a potencialmente redefinir la relación con este. Producto del análisis del comportamiento del estudiante, se tendrá nueva información que permitirá tomar mejores decisiones y/o cursos de acción de apoyo al alumno desertor, teniendo como objetivo último que este finalmente no deserte y concluya exitosamente su proceso de obtención del Título de Técnico de Nivel Superior.

Como arquitectura genérica de los macroprocesos posible de mapear a cualquier institución, se obtiene la gráfica de la figura a continuación.

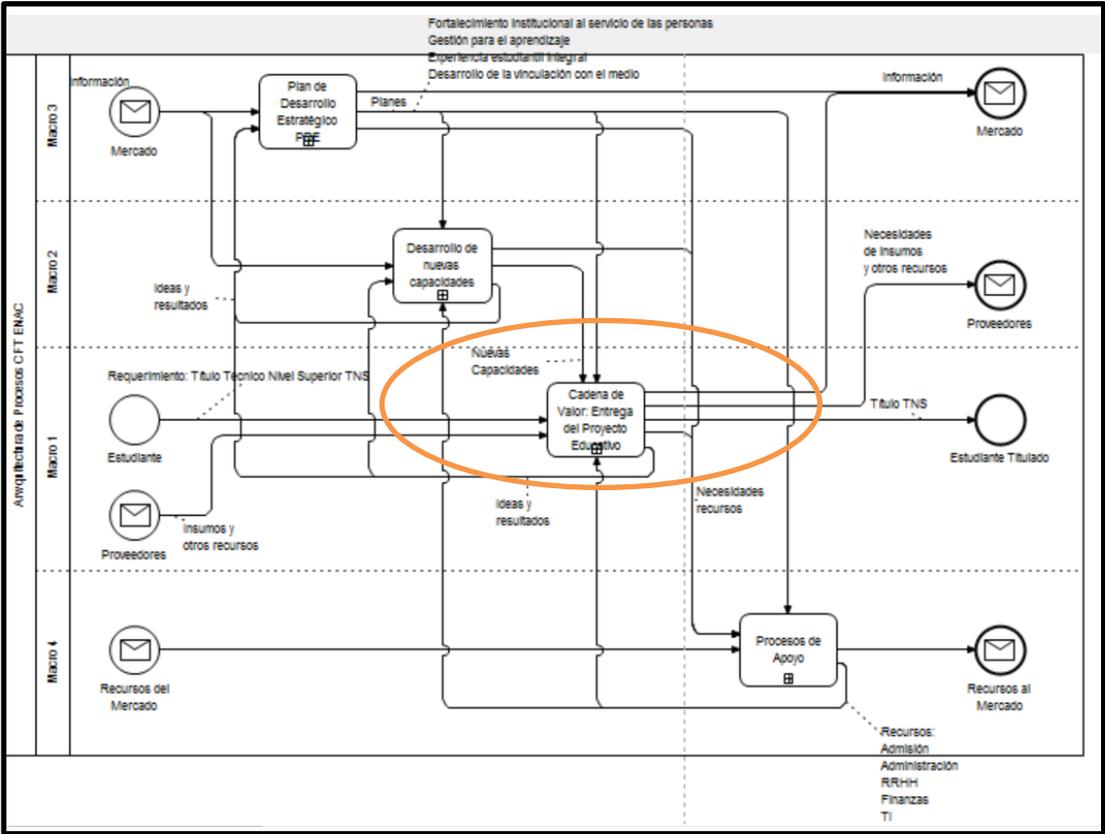


Figura 12: Arquitectura de Macroprocesos General

En este caso la **Cadena de Valor** de la institución lo constituye la acción de educar, que se traduce en la entrega del Proyecto Educativo a aquellos estudiantes que opten por esta institución; luego lo que entra a este macroproceso son estudiantes, esperando que al final del proceso se obtenga como resultado un estudiante titulado.

Los **Procesos de Apoyo** son todas las unidades que prestan los distintos servicios al core del negocio señalado en el párrafo anterior, que en este caso lo constituye el área de Admisión encargada de la difusión de carreras y proceso de matrícula, el área de Administración encargada de la mantención de los edificios, Personas y Finanzas además del área de Tecnología encargada de los sistemas y redes de Enac.

La **Planificación del Negocio** viene dado por el **Plan de Desarrollo Estratégico (PDE)**, que constituye la carta de navegación y la que dirige el quehacer diario de la institución.

Finalmente el **Desarrollo de Nuevas Capacidades** consiste en estar permanentemente generando nuevos productos y servicios, como parte de una actividad recursiva. Dado que no es el foco del CFT ENAC, es que no se ahondará mayormente en este macroproceso.

Haciendo la bajada para lograr mayor nivel de detalle se obtiene que la **Cadena de Valor** de la Macro 1 se descompone en cinco procesos adicionales que se destacan en la figura a continuación, debiendo centrar la atención en **“Administración Relación con el Cliente”** o lo que podemos mapear a **“Administración Relación con el Estudiante”**, para soportar el proyecto de análisis de deserción antes mencionado. La administración de esta relación con el cliente, no sería otra cosa que la administración de la relación con el estudiante y todas las actividades involucradas para llegar a conocerlo de forma tal, que se esté en condiciones de anticipar posibles desertores y tomar las acciones necesarias para evitar que no concluya su proceso educativo. Esto es posible de visualizar en la figura siguiente, donde aparece destacado el proceso en cuestión.

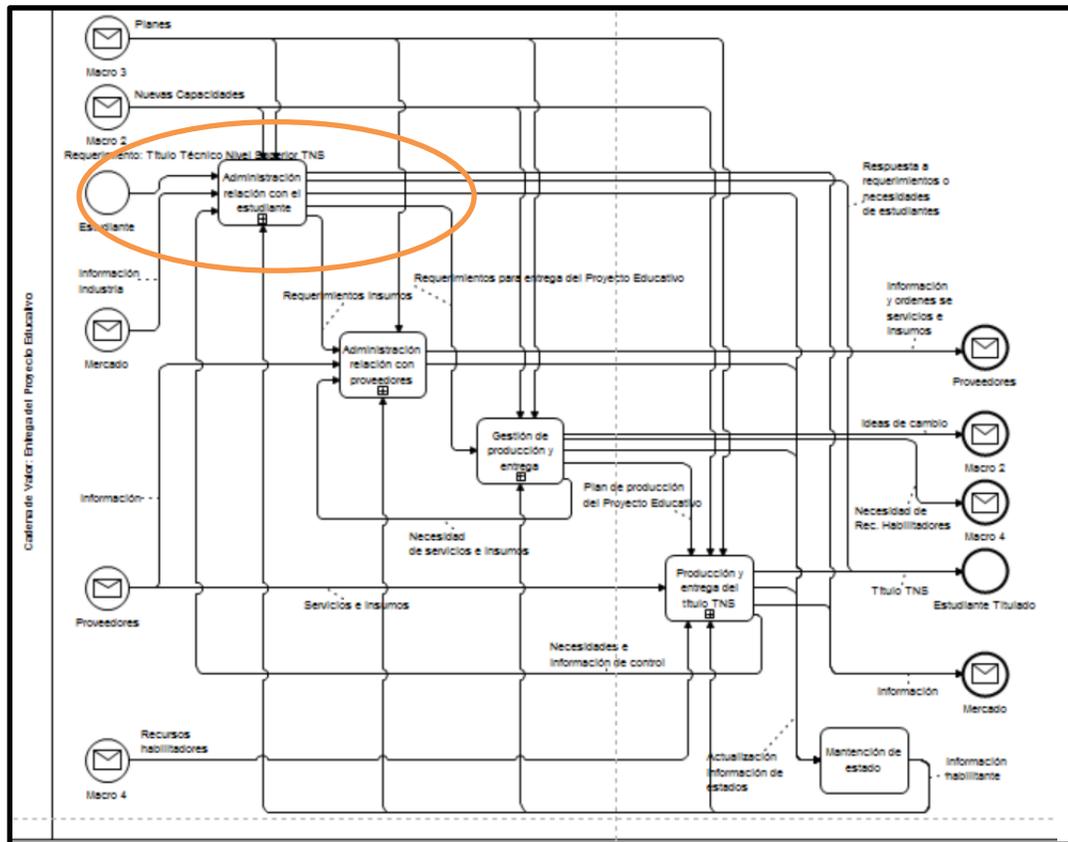


Figura 13: Macroprocesos 1 (Macro 1)

A este proceso entra el estudiante además de información proveniente de distintas fuentes y que determinan entre otras cosas su perfil de ingreso, para obtener como resultado un modelo analítico de comportamiento de estudiantes y que permita tomar alguna acción oportuna de apoyo al estudiante desertor; posteriormente estaría listo para entrar a la fase genérica de Gestión de Producción.

Obteniendo mayor nivel de detalles en el proceso de **“Administración Relación con el Estudiante”**, aparece otra secuencia conocida de procesos en que destaca **“Marketing y Análisis de Mercado”**, **“Atención al Estudiante”** y **“Decidir Satisfacer Requerimientos”**; en los dos primeros procesos se estructura el presente trabajo, y que se visualiza en forma destacada de la figura a continuación. En el primer proceso de **“Marketing y Análisis de Mercado”**, se analizará el comportamiento del estudiante para tener claridad quienes estarían con posibilidad de interrumpir sus estudios dada sus condiciones, mientras que el segundo proceso de **“Atención al Estudiante”** no requiere de mayor explicación pues su nombre se intuye claramente: Acciones de Apoyo al Estudiante Desertor.

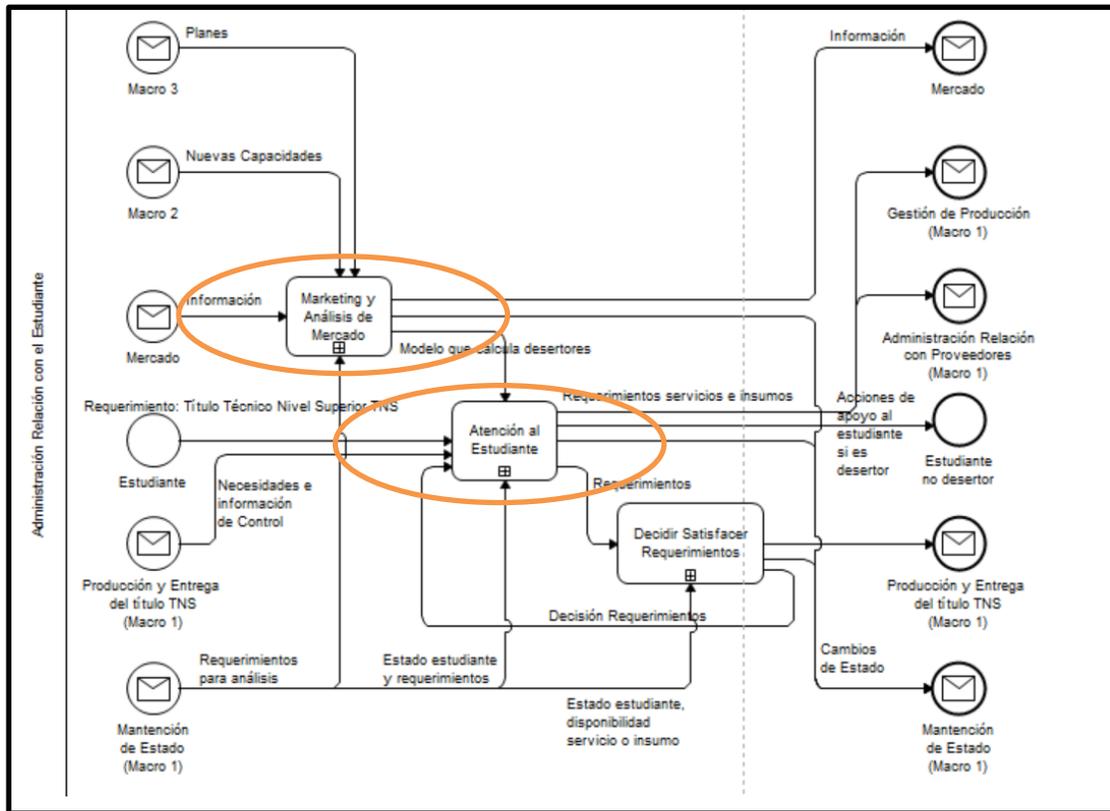


Figura 14: Administración Relación con el Estudiante

Los flujos de información involucrados en el Marketing y Análisis de Mercado constituye la información señalada anteriormente para tener como resultado del proceso un listado con alumnos candidatos a desertar; mientras que en el proceso de Atención al Estudiante se considera las acciones de apoyo al estudiante desertor, donde lo que se recibe como entrada es el listado de alumnos candidatos a desertar (resultado del proceso anterior), para tener como salida un curso de acción en este caso de apoyo al estudiante, en un intento de que no deserte sino que continúe el curso de su proceso educativo para culminar en la obtención de su título técnico.

A continuación se ahondará en los dos procesos destacados anteriormente, partiendo por el **“Marketing y Análisis de Mercado”** que no sería otra cosa más que las actividades que involucra el desarrollo de un modelo analítico que permita el análisis del comportamiento del estudiante y el respectivo análisis de la información que este genera para identificar estudiantes en riesgo. A este nivel se encuentra las actividades de Desarrollo del Modelo Analítico de Desertores, que constituye el modelo de minería que intentará predecir a aquellos alumnos que eventualmente abandonen la carrera; su principal flujo de entrada es la información del estudiante, para implementar un modelo que determine el comportamiento del alumno. Luego claramente su flujo de salida lo constituye un Modelo Analítico Operativo.

Otra actividad involucrada es la Preparación de Datos para el Modelo, que por una parte involucra la determinación de las distintas fuentes desde las que se obtendrá información del

perfil de ingreso de estudiantes, tales como la Encuesta Socioeconómica que constituye una foto de la situación del alumno al momento del ingreso a la institución como los Test Diagnósticos, que son cuestionarios aplicados al inicio del semestre para analizar la capacidad cognitiva y habilidades blandas que poseen los alumnos. Toda esta información deberá limpiarse y estructurarse de modo de estandarizarla para ser consumida por el modelo; luego datos procesados, es lo que se obtendría como resultado de esta actividad.

Una tercera y última actividad de este nivel es la Obtención Nómina de Desertores, cuya función es precisamente identificar a los alumnos que el sistema arroje como posibles desertores. A este nivel es posible hablar de la ejecución de un Análisis Preventivo de Desertores, que consistiría en correr el proceso descrito anteriormente en un período oportuno, de modo de estar a tiempo de tomar cursos de acción para revertir la posible deserción proceso que se abordará a continuación.

El BPMN de la **“Implementación del Modelo Predictivo”** descrito anteriormente es posible observar en la figura siguiente.

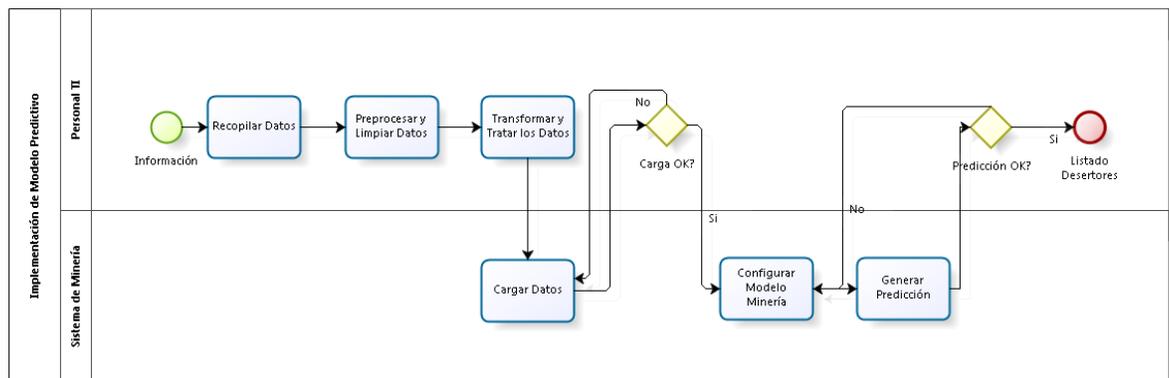


Figura 15: BPMN de “Implementación del Modelo Predictivo”

Respecto del segundo proceso de **“Atención al Estudiante”** se identifican básicamente dos procesos clave: Acciones de Apoyo al Estudiante Desertor y Evaluación del Curso de Acción.

En el proceso de Atención al Estudiante lo que corresponde es llevar a cabo una medida para evitar que el alumno deserte; el principal flujo de información involucrado en este nivel es el listado específico de alumnos candidatos a desertar, para obtener como salida una acción a aplicar para evitar la deserción, buscando como objetivo último que el alumno no deserte y continúe su carrera. Y así sucesivamente con cada integrante del listado.

Se involucra también a este nivel la Evaluación del Curso de Acción seleccionado para medir la efectividad que tuvo su aplicación, y con ello determinar si conservarlo tal como fue concebido o mejorarlo para un próximo proceso.

Finalmente el respectivo BPMN de las “Acciones de Apoyo al Estudiante Desertor”, es posible ver en la figura siguiente:

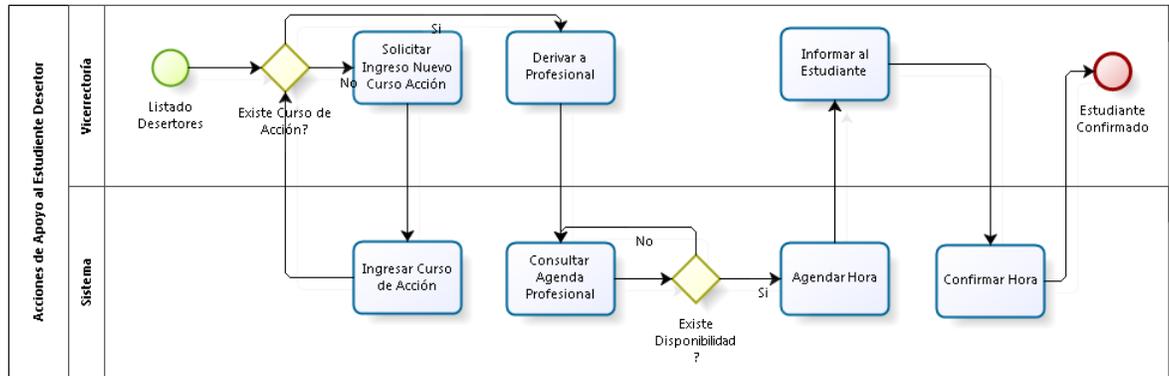


Figura 16: BPMN “Acciones Apoyo al Estudiante Desertor” por personal que gestiona la acción

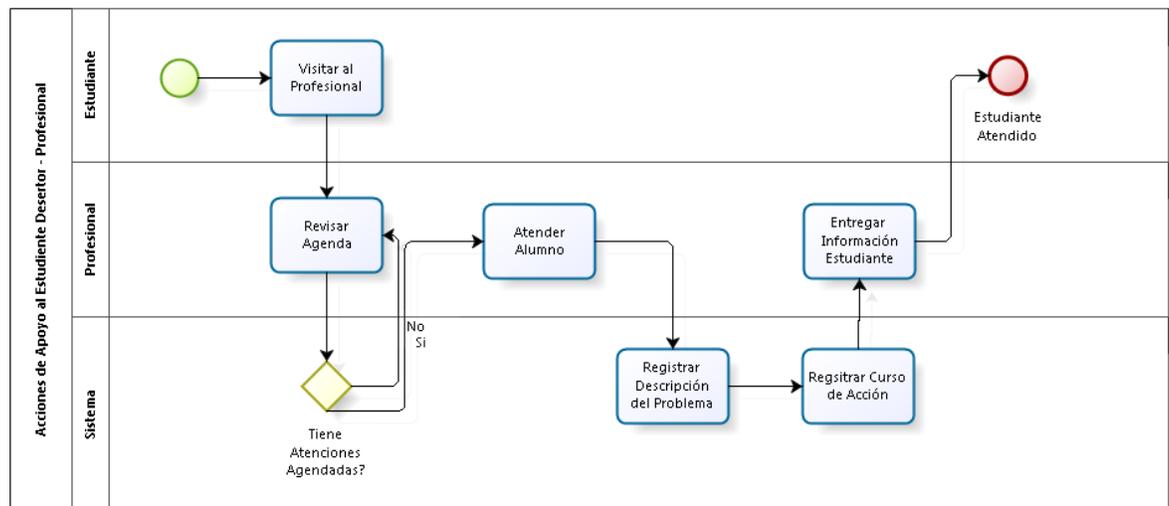


Figura 17: BPMN “Acciones Apoyo al Estudiante Desertor” por profesional a cargo de la acción

7. Lógica del Negocio

7.1 Análisis del Manejo Actual de Deserción en CFT ENAC

Para entender el manejo de la Deserción en el Centro de Formación Técnica ENAC, se formalizarán definiciones fundamentales que ya han sido mencionadas anteriormente:

Tasa de Retención (TR): Es la relación entre el número de estudiantes que permanece en el sistema, respecto al número de estudiantes que empezó en el mismo nivel en un año dado (cohorte). Se expresa como:

$$TR = (\text{Número de alumnos que permanece en un curso} / \text{Número de alumnos de la cohorte}) * 100$$

Cuando se habla de Tasa de Retención de primer año, corresponde a la misma definición anterior pero aplicada a los alumnos que cumplen su primer año en la institución.

Tasa de Deserción (TD): Porcentaje de alumnos de una cohorte determinada, que no se matricula en el período académico siguiente.

Luego tal como hemos señalado anteriormente, el proyecto se enfoca en aumentar la Tasa de Retención o lo que es lo mismo, disminuir la Tasa de Deserción.

Actualmente CFT ENAC ha declarado los siguientes indicadores de **Riesgo de Deserción** relevantes para la institución, y por consiguiente son los que analiza cada período para implementar la **Alerta Temprana**, nombre que recibe el mecanismo aplicado actualmente para detectar oportunamente alumnos posibles desertores:

- ✓ **Porcentaje de Asistencia Acumulado.** Estudios señalan que alumnos que asisten regularmente a clases presentan mejor rendimiento; es por este motivo que el Reglamento Académico del CFT ENAC establece un 70%, como el porcentaje de asistencia mínimo requerido para aprobar una asignatura.
Para llevar este control a cabo, el CFT ENAC cuenta desde el año 2012 con el Sistema de Asistencia en Línea, que es alimentado por cada docente al inicio de cada una de sus clases. El sistema solo permite el ingreso de asistencia si y solo si el módulo de clases en cuestión se encuentra activo; es decir que una vez finalizado el bloque horario asignado al docente, el sistema cierra el proceso de asistencia de forma automática, sin posibilidad de editar la información ingresada. Se persigue con esto que la asistencia sea un registro permanentemente actualizado, de modo que los reportes que se extraigan posteriormente del sistema representen fielmente la situación de cada alumno en particular. Todas las asignaturas parten el proceso con un 100% de asistencia, y disminuye en cierto porcentaje proporcional al número de horas de la asignatura señalada en su respectivo Plan de Estudios, en la medida que

determinado alumno falta a alguna clase. Esta información está disponible en el Portal de Alumno, de la forma como se visualiza en la figura a continuación.

Asistencia

■ Registro de Asistencias

Asignaturas	HorasTotales	Asistencia
DESARROLLO DE CAPACID. EMPRENDEDORAS	43	100%
DESARROLLO Y CREC. PERSONAL III	34	94%
FE, PERSONA Y VIDA	34	100%
PRÁCTICA II	0	100%
SEGURIDAD INFORMÁTICA EN REDES	58	100%
TALLER PYME	58	97%
TALLER SOPORTE II	73	97%

Figura 18: Vista de Asistencia en Portal de Alumnos

Ahora bien, este indicador asociado al **Porcentaje de Asistencia Acumulado** y que aparece destacado en la figura, tiene distintas lecturas dependiendo del día/mes en curso; no es lo mismo tener un 80% de asistencia dos meses de haber iniciado el semestre, a tener ese mismo porcentaje en una semana cercana al término del semestre.

Adicionalmente señalar que la interpretación de este porcentaje varía de una carrera a otra, como también varía entre cada una de las asignaturas que componen una malla dependiendo del nivel/semestre al que esta pertenezca. Esto último debido a que el CFT ENAC presenta en forma transversal a todas sus carreras, las denominadas Prácticas Tempranas gatillando por este motivo los denominados “semestres cortos” (las prácticas forman parte del sello del CFT ENAC, tal como fue desarrollado en el planteamiento estratégico y que básicamente consiste en enviar a alumnos de tercer a quinto semestre a Centros Prácticos de modo de acercarlos lo antes posible al mundo laboral). Es así como se obtienen asignaturas con distinta duración: 9, 15 y 18 semanas dependiendo de la carrera. Dicho lo anterior, cada carrera y específicamente cada asignatura maneja sus valores (porcentajes) críticos dependiendo del mes/semana del año en que se encuentre.

El proceso con el que se cuenta actualmente para detectar estos casos riesgosos, es listando a todos aquellos alumnos que estén “bajo” cierto porcentaje de asistencia acumulado. La emisión de estos listados y definición de fechas de obtención de estas nóminas, son manejados por la Vicerrectoría Académica (VRA).

- ✓ **Porcentaje de Notas Acumulado:** El porcentaje de notas acumulado representa el segundo indicador que el CFT ENAC analiza como indicador de **Riesgo de Deserción**. El sistema permite ingresar por parámetro cierta nota específica, y por consiguiente arroja aquellos alumnos que tengan un promedio ponderado menor o igual a dicho parámetro, calculado a partir de las notas que tenga registradas en el sistema.

Este promedio ponderado es posible de obtener ya que cada docente debe ingresar antes de cierta fecha (como plazo máximo un mes de iniciado el semestre), la cantidad de evaluaciones que realizará durante el período (y que debe ser consistente con las fechas entregadas en la Planificación Didáctica asociado a cada curso que se realiza en la institución) y su respectiva ponderación. Es por este motivo que el sistema puede mostrar en línea el porcentaje ponderado acumulado a la fecha.

Cabe mencionar que se hizo un desarrollo adicional para devolver un promedio aritmético de las evaluaciones acumuladas a cierta fecha; esto principalmente porque lo que se persigue es detectar alumnos con notas deficientes, y el promedio ponderado durante el curso de un semestre tiende a confundir esa la lectura.

Adicionalmente señalar que el sistema permite cruzar ambos indicadores, listando a los alumnos que estén bajo cierto porcentaje de asistencia y bajo cierto promedio ponderado (o promedio aritmético) de notas; esto es posible de visualizar en la figura siguiente:

Asistencias menores o iguales a 80 % :: Con Notas menores o iguales a (Ejemplo 5.0) 5.0

Año: 2014 Período: I Semestre II Segundo Semestre

Carrera: TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y RADIOTERAPIA

Número	RUT	Apellido Paterno	Apellido Materno	Nombres	Carrera	Asignatura	% Asistencia	Nota Ponderada Acum.
1	17575935	ALVAREZ	SILVA	ELIZABETH MAGDALENA	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Ética para el Trabajo	71	0,30
2	17575935	ALVAREZ	SILVA	ELIZABETH MAGDALENA	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Protección Radiológica	71	0,00
3	17070933	AMESTICA	VALLEJOS	NOEMI NICOLL	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Inglés Técnico	76	2,58
4	16146587	BRAVO	VALENCIA	LUIS MIGUEL	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Ética para el Trabajo	76	0,00
5	16376116	BURGOS	RIVERA	RODRIGO ESTEBAN	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Técnicas de Enfermería II	77	0,00
6	18245541	BUSTAMANTE	SANCHEZ	ROSSE MERY ANN	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Desarrollo y Crecimiento Person	59	1,80
7	18245541	BUSTAMANTE	SANCHEZ	ROSSE MERY ANN	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Habilidades de Servicio	71	0,96
8	18245541	BUSTAMANTE	SANCHEZ	ROSSE MERY ANN	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Imagenología III	73	1,43
9	18245541	BUSTAMANTE	SANCHEZ	ROSSE MERY ANN	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Inglés Técnico	65	2,00
10	18245541	BUSTAMANTE	SANCHEZ	ROSSE MERY ANN	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Medicina Nuclear	58	0,20
11	15566001	CACERES	PEREZ	CARLA PRISCILLA	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Desarrollo y Crecimiento Person	76	3,40
12	15566001	CACERES	PEREZ	CARLA PRISCILLA	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Imagenología III	77	3,21
13	15566001	CACERES	PEREZ	CARLA PRISCILLA	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Medicina Nuclear	69	1,04
14	16555862	CORNEJO	CARRASCO	CAROLINA ALEJANDRA	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Imagenología III	77	2,84
15	15721588	CORTES	MEDINA	CECILIA ELIANA	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Desarrollo y Crecimiento Person	76	1,30
16	18213633	CRUZ	PEÑALOZA	CAROL LEONTINA	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Desarrollo y Crecimiento Person	76	2,46
17	18213633	CRUZ	PEÑALOZA	CAROL LEONTINA	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Habilidades de Servicio	76	1,05
18	18213633	CRUZ	PEÑALOZA	CAROL LEONTINA	TÉCNICO EN IMAGENOLÓGIA Y R	Imagenología III	77	2,86

Figura 19: Cruce de Asistencias versus Promedios Ponderados

- ✓ **Número de Asignaturas Reprobadas:** el tercer y último indicador que CFT ENAC analiza es el número de asignaturas que un alumno presenta riesgos de reprobación en el

transcurso de un mismo semestre. Alumnos con cuatro o cinco asignaturas prontas a reprobar, es considerado un posible desertor.

Esta información es igualmente entregada por el sistema, ya que tal como se vio en la figura anterior las asignaturas se listan agrupadas por alumnos, de modo que visualmente podemos contar el número de asignaturas críticas por estudiante; señalar que actualmente la institución cuenta con aproximadamente 3.700 alumnos en total (la información de matrícula al 01.04.2016 fue de 3.765 alumnos nuevos y antiguos, enviado a SIES por la Vicerrectoría Académica), de modo que este chequeo visual es posible.

Si bien la Vicerrectora Académica es la encargada actualmente de controlar este proceso llegando incluso a armar las nóminas críticas, quienes gestionan los casos son los Jefes de Carrera (ellos también tienen acceso a estas nóminas, de modo que proactivamente algunos las obtienen con mayor anticipación); por cada caso detectado, los Jefes de Carrera realizan distintas gestiones de las cuales muchas quedan registradas en la Hoja de Vida del Alumno que dispone el sistema de Gestión Académico U+; sin embargo al no ser este un procedimiento estandarizado, queda a criterio del Jefe de Carrera el registro de esta información. Luego tal como fue señalado, dependiendo de cada caso en particular los Jefes de Carrera toman alguna de las siguientes acciones respecto del alumno: envió a psicólogo, asistente social o al encargado de finanzas. Cada Jefe de Carrera generalmente registra esta información en la Hoja de Vida del Alumno, sin embargo tal como fue señalado anteriormente, al no existir formalidad en este proceso nada garantiza el registro de la información para todos los casos.

Semestralmente la Vicerrectora Académica (VRA) emite un reporte consolidado que por cada alumno desertor, lista tanto las acciones registradas en la Hoja de Vida por el Jefe de Carrera, como las gestiones realizadas tanto por personal de finanzas, psicólogo o asistente social. Esta última información es recopilada manualmente por la VRA, ya que estas últimas si bien llevan registro de las acciones realizadas, las organizan en planillas individuales y en ningún caso de forma integrada. Luego mayor es el desafío de la VRA para recuperar esta información distribuida entre las distintas unidades, que impactan directamente en la vida estudiantil del posible alumno desertor.

El reporte señalado recientemente es presentado al Comité correspondiente, para analizar de forma genérica las distintas situaciones encontradas.

7.2 Asignación de Estado Desertor en Sistema de Gestión Académico

En CFT ENAC existen básicamente cuatro casos en que la unidad correspondiente (Secretaría Académica), asigna el estado de **Deserción Voluntaria** en el Sistema de Gestión Académico: caen en esta condición quienes:

- ✓ No se matriculen de un período a otro
- ✓ No inscriben asignaturas
- ✓ Suspenden y no se reincorporan en los plazos acordados
- ✓ Alumno que deja de venir a clases, de modo que todas sus asignaturas están reprobadas por Asistencia (estado: RI)

Al cabo de un mes de iniciado el semestre, se revisan aquellos casos de alumnos que caen en alguno de los casos listados anteriormente y se les asigna el **código 17 de desertor en el sistema y estado: ELIMINADO**.

Alumnos que el CFT Enac no considera desertores porque dieron aviso a la Institución, pero que para efectos de este estudio si deben ser considerados como desertores, se identifican con los siguientes motivos que pueden agruparse en una de las siguientes causales:

1	Motivos Económicos
2	Motivos Académicos
3	Motivos Laborales
4	Motivos Salud
5	Motivos de Embarazo
6	Motivos Vocacionales
7	Motivos Familiares
8	Otros Motivos

Tabla 13: Causales de Término de Estudios

En este caso el **código de desertor en el sistema es 23 y estado: ELIMINADO**.

Finalmente los alumnos eliminados por **Causal Académica** (y que para efectos del estudio son considerados desertores) quedan con el **código 7 asignado y estado: ELIMINADO**.

Los siguientes casos no están considerados en la sábana de datos a trabajar:

Las **Suspensiones** no se consideran deserciones a menos que no se reincorporen en los plazos estipulados. Los códigos asociados en este caso son **código 27** (cuando el alumno suspende directamente) o **código 12** (cuando tienen una restricción académica que le impide seguir un semestre) y en ambos casos el **estado es SUSPENDIDO**. Ninguno de estos casos debe estar marcado como desertor en el sistema, ya que las suspensiones son temporales.

Aquellos alumnos matriculados pero que nunca asistieron a clases, quedan con estado final de **Renuncia a la Vacante**; este estado se asigna al mes de iniciado el semestre, y para todos los efectos prácticos es como si este alumno no hubiese pasado por el CFT ENAC (de modo que no se considera como desertor). En este caso **el código es 22 y estado: ELIMINADO**. Ninguno de estos casos debe estar presente en los datos a trabajar.

7.3 Problemas Asociados al Manejo Actual de la Deserción

- ✓ **Falta de sistematización del proceso:** No existen fechas previamente establecidas para correr el proceso de Alerta Temprana, y en general el proceso mismo solo lo maneja y coordina la VRA.
- ✓ **Falta de registro asociado a gestión realizada:** No existe formalidad para un registro riguroso de las gestiones que realizan cada Jefe de Carrera de apoyo a un candidato a alumno desertor, ni tampoco de parte de los distintos profesionales involucrados.
- ✓ **Alumnos que por problemas administrativos no reciben la ayuda necesaria:** Eventualmente un alumno que requiera ayuda, no es apoyado por falta de formalidad para gestionar los cursos de apoyo o por falta de detección oportuna.
- ✓ **Dificultad para centralizar la información:** Dado que los cursos de apoyo son gestionados por distintos profesionales, muchos de ellos registrando en planillas Excel sus gestiones, se traduce finalmente en dificultad para centralizar los cursos de apoyo para hacer posterior análisis y gestión sobre la información recopilada.
- ✓ **No existe evaluación de las acciones de apoyo:** Dada la misma dificultad señalada en el punto anterior, difícilmente se pueden evaluar si las acciones de apoyo fueron efectivas o no.

7.4 Solución Propuesta

Se propone la implementación de una plataforma de apoyo integral a la permanencia, que involucra un Modelo Predictivo capaz de detectar posibles estudiantes desertores, permitiendo en consecuencia la aplicación de cursos de acción oportunos de modo que el estudiante no deserte. El objetivo es mejorar el proceso que hoy se realiza, involucrando variables adicionales a las tres mencionadas y que son las que utiliza actualmente la institución (porcentaje de asistencia acumulado, porcentaje de notas acumulado y número de asignaturas reprobadas), promoviendo que sea un proceso sistemático y formal, guardando evidencia de las acciones realizadas para posteriormente poder evaluar y medir la gestión llevada a cabo.

La solución está compuesta de tres módulos con información proveniente de distintas fuentes:

Encuesta de Caracterización Estudiantil: se ejecuta en el momento de matrícula de alumnos nuevos recopilando información de corte social y económica asociada al estudiante.

Test Sicoeducativos: información recopilada por los test diagnósticos llevados a cabo durante la Semana de Inducción en la institución, que miden tanto capacidades cognitivas como habilidades blandas del estudiante.

Sistema de Gestión Académico: información proveniente desde el sistema de gestión académico de la institución asociado a su rendimiento académico e información personal.

La solución propuesta centraliza la información señalada y la presenta mediante semáforos, facilitando la lectura de la información desplegada; cada módulo provee distintos tipos de alerta, para que el funcionario a cargo realice algún tipo de gestión con el estudiante involucrado.

- ✓ Módulo Predictivo: con información recopilada a través de la encuesta de Caracterización Estudiantil se alimentará un modelo predictivo basado en minería de datos, que detectará oportunamente estudiantes en riesgo de deserción. Se incorporan además variables de corte académica provenientes del Sistema de Gestión Académico institucional; información Sicoeducativa no podrá ser incorporada por no contener suficiente data histórica para calibrar un modelo.
- ✓ Módulo Sicoeducativo: información analizada y que fue recolectada por los test diagnósticos será publicada en este módulo, entregando un valor que resume el resultado final obtenido en cada habilidad estudiada. Además será asociado a un color previamente definido para tener visualmente una noción del resultado.
- ✓ Módulo Académico: despliega niveles críticos de información proveniente desde el sistema de gestión académico de la institución, asociado a su rendimiento académico, asistencia a clases y nivel de deuda del estudiante.

El Módulo Predictivo como el Sicoeducativo serán alertas estáticas, toda vez que la información se recopila una única vez al año y no es actualizada durante los semestres; respecto del Módulo Predictivo, dado que mezcla ciertas variables del Sistema de Gestión Académico que son dinámicas (notas y asistencia por mencionar algunas), es que se considerará una fecha de corte en un tiempo específico para correr el modelo.

El Módulo Académico por su parte es absolutamente dinámico, y por lo mismo se propone la obtención de instantáneas en momentos previamente definidos, de modo de graficar tendencias respecto a un tiempo posterior.

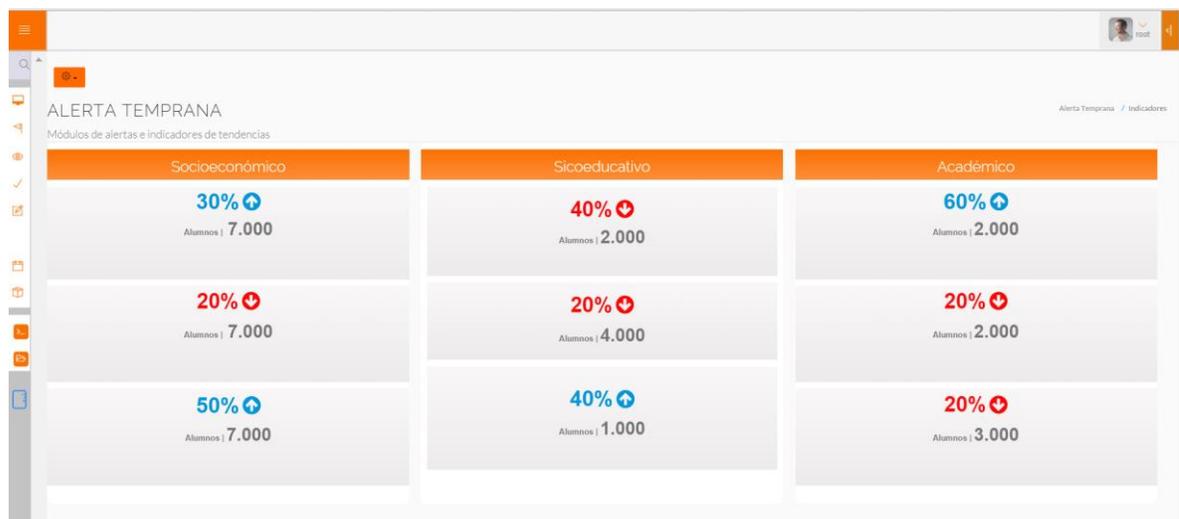


Figura 20: Prototipo Plataforma de Apoyo Integral a la Permanencia

Lo señalado hasta este punto constituye la solución completa, sin embargo este estudio solo se enfocará en el Módulo Predictivo y en consecuencia lo que sigue ahonda en esa dirección. Los otros módulos fueron incorporados como parte del proyecto de modo de tener una visión integral del estudiante, y que dada la naturaleza de los datos no pudieron ser incorporados a la predicción.

Adicionalmente la solución incorpora la integración de un registro de los cursos de acción realizados en apoyo de alumnos desertores, de modo de determinar en un tiempo posterior la efectividad de cada uno y por consiguiente mejorarlos/cambiarlos si este no tuvo el efecto esperado. Finalizado el semestre se estará en condiciones de evaluar las acciones realizadas; esto porque el Sistema de Gestión Académico U+ tendrá registrada la situación final del alumno (desertor o no desertor) y por consiguiente se podrá evaluar la efectividad de las acciones llevadas a cabo durante el semestre.

Como segunda fase del proyecto se considera analizar la data histórica que se generará a partir del registro de acciones llevadas a cabo; esto permitiría contar con un segundo modelo predictivo, que sea capaz de sugerir a un usuario el conjunto de acciones que mejor resultado han obtenido (en términos de lograr que un candidato desertor finalmente continúe sus estudios), para los distintos perfiles de alumnos.

También como segunda fase, se considera el desafío de dinamizar las alertas Socioeconómicas y Sicoeducativas actualizando la información recopilada con cierta periodicidad.

8. Metodología

El desarrollo de este proyecto involucra las siguientes etapas:

- ✓ Estudio de trabajos relacionados con permanencia de estudiantes en IES y aplicación del proceso Knowledge Discoverey in Databases (KDD) en el área de educación.
- ✓ Reuniones con directivos y administrativos de la institución para levantar información sobre el manejo actual de la permanencia en CFT Enac.
- ✓ Análisis de los procesos de negocios para justificar el rediseño que involucra la solución propuesta.
- ✓ Evaluación financiera que justifica la propuesta de rediseño.
- ✓ Recopilación de información proveniente de distintas fuentes.
- ✓ Análisis de la información a través del KDD, para descubrir información potencialmente útil en los datos de algún repositorio. Este proceso incluye:
 - a. Selección de fuentes de datos obtenidos en la fase de recopilación.
 - b. Preprocesamiento, preparación y limpieza de los datos obtenidos en el punto anterior.
 - c. Transformación, tratamiento de los datos obtenidos y generación de nuevas variables a partir de las ya existentes.
 - d. Data Mining, extracción de patrones a través de distintos modelos.
 - e. Interpretación y evaluación para identificar los patrones obtenidos y que sean de interés.
- ✓ Determinación de rangos para poblar los semáforos y validación de las reglas aplicadas.
- ✓ Desarrollo, implementación, pruebas y puesta en marcha de la solución propuesta.
- ✓ Gestión del Cambio.

Se analizará las distintas actividades llevadas a cabo en las fases de análisis de la información, toda vez que los pasos anteriores quedan justificados con el planteamiento estratégico, marco teórico y diseño del negocio de los capítulos antecesores.

8.1 Selección de Fuentes de Datos

Los orígenes de datos seleccionados provienen de las siguientes fuentes:

- ✓ **Encuesta Socioeconómica:** Se aplica al momento de matricular al alumno nuevo en el departamento de Admisión, para posteriormente transformarse en un alumno vigente para ese período. El sistema de encuesta utilizado es un desarrollo de Departamento TI del CFT Enac, lo que se traduce en un acceso expedito a la data.
- ✓ **Sistema de Gestión Académico U+:** Sistema principal que soporta la gestión académica de la institución y principal fuente de información. Si bien el mantenimiento del sistema está a cargo de un proveedor externo, tanto el sistema como las bases se encuentran en servidores ubicados en dependencias del CFT Enac, lo que facilita el acceso a la data.

8.2 Preprocesamiento, Preparación y Limpieza de Datos

Se analizó los datos de la Encuesta Socioeconómica, llegando a que la muestra final con la que se harán los estudios será de 5.625 alumnos que contestaron la encuesta desde el año 2010 al 2015. Las preguntas realizadas año a año sufrieron variaciones, por lo que se hizo un cruce para determinar las preguntas que estuvieron presentes año a año de modo de obtener una única sábana consolidada (señalar que no se hizo distinción entre la matrícula de primer y segundo semestre). El resultado de este análisis es el que sigue:

Número de Registros por Año con Preguntas Iguales	
Año	Registros
2010	617
2011	1.016
2012	661
2013	1.017
2014	1.234
2015	1.080
Total:	5.625

Tabla 14: Número de Registros por Año

Y las variables a considerar fueron:

Variable	Tipo	Valor	Significado
Año encuesta	Integer	2010-2015	Año de aplicación del instrumento
Sexo	String	Femenino Masculino	Género del alumno
Edad	Rango	Entre 18 y 20	Rango de edad al que

		Entre 21 y 25 Entre 26 y 30 Entre 31 y 35 Más de 35	pertenece el alumno
Estado civil	String	Soltero Casado Conviviente Divorciado/Separado Viudo	Estado civil del alumno
Colegio origen	String	Municipalizado Particular Subvencionado	Tipo de colegio de procedencia del alumno
Tipo del establecimiento origen	String	Científico/Humanista Técnico/Profesional Exámenes Libres Técnico/profesional Otro	Tipo de colegio de procedencia del alumno
Primera opción al ingresar a IES	String	Un Centro de Formación Técnica Un Instituto Profesional Una Universidad Fuerzas Armadas	Primera opción al momento de decidir ingreso a la IES
Característica del lugar en que vive	String	No Si, con Internet Si, sin Internet	Si posee computador/internet en el lugar que vive
Número de hijos	String	1 2 3 4 o más No tengo hijos	Número de hijos que posee el alumno
Característica de la vivienda en que vive	String	Arrendada Prestada Propia Pagada Pagando Dividendo En calidad de allegado	Condición de la vivienda en que vive el alumno
Ingreso familiar	Rango	0 a \$70.000 \$71.000 a \$118.000 \$119.000 a \$181.000 \$182.000 a \$331.000 \$331.000 a \$450.000	Rango del ingreso familiar del alumno
Dependes económicamente de alguien	String	Sí No	Indica si depende el alumno de alguien para costear sus gastos

Familiares que siguieron carrera en una IES	String	Alguno de tus hermanos Eres el primero Padre(s) y Hermanos(s) Uno de tus padres	Indica si en la familia del alumno algún integrante cursó carrera en una IES
Trabajas	String	Sí No	Indica si el alumno trabaja
Tipo de trabajo	String	Trabajo estable con contrato Trabajo a honorarios Trabajo part-time Trabajo con familiares Otro	Indica tipo de relación laboral con el empleador

Tabla 15: Datos Recopilados por la Encuesta Socioeconómica

Señalar que originalmente esta sábana contenía mayor cantidad de registros; sin embargo muchos fueron eliminados porque tenían información incompleta, de ahí que se optó por eliminar el registro para contar solo con información fidedigna (no se optó por completar la información con algún tipo de criterio).

Adicionalmente se detectó que en los primeros años de toma de la encuesta (2011-2012), el instrumento fue aplicado a alumnos antiguos siendo que este proceso en rigor solo aplica a los estudiantes nuevos de cada cohorte. Esos registros fueron eliminados, de modo de contar solo con las respuestas de los alumnos nuevos de cada año.

De los 5.625 registros se eliminan alumnos con estado Renuncias a la Vacante (Código 22 y Estado Eliminado) que son 258 registros, correspondiente a aquellos alumnos que se retiraron antes del inicio de clases (para todos los efectos, alumnos con esta condición se considera como si no hubiesen pertenecido a la institución). Es así como se llega a un total de 5.366 alumnos y que corresponda a la sábana sobre la que se calibrarán los modelos:

Año	Registros
2010	614
2011	1.004
2012	648
2013	993
2014	1.146
2015	961
Total	5.366

Tabla 16: Distribución de Registros Final por Cohorte

Reiterar que las variables eran mucho más que las 15 consideradas en la tabla señalada, sin embargo y tal como fue descrito anteriormente, se hizo un cruce para trabajar solo con las variables que estuvieron presentes año tras año en los distintos procesos asociados a la toma de la encuesta.

8.3 Transformación y Tratamiento de los Datos

Primeramente para la pregunta “Dependes económicamente” en los primeros años de la muestra de toma de la encuesta, se tenía como posibles respuestas: Sí, No, Tu Padre, Tu Madre, Ambos Padres, Otro. Sin embargo para efectos de este estudio, las opciones se redujeron a “No” como una alternativa, y “Sí” para el resto de los casos ya que en los últimos años solo se permitía esta respuesta binaria.

En segundo lugar, dado que la literatura reconoce la Nota de Enseñanza Media (NEM) como buen predictor, y que además este dato se encontraba presente en el sistema de gestión académico de la mayoría de los casos, es que se hizo los cruces respectivos para incorporar esta variable obteniendo un saldo total de **4.620 registros**.

En definitiva para calibrar el modelo se tuvo en cuenta lo siguiente:

- ✓ No se consideró variable año de la encuesta.
- ✓ Se consideraron 14 variables de la encuesta socioeconómica (ya que se eliminó año de encuesta), pero se agregó información adicional relevante proveniente directamente desde el sistema de gestión académico de la institución: ciudad y comuna de procedencia del estudiante, que se suman al NEM, la carrera misma en la que se matriculó y jornada.
- ✓ Además de la variable dependiente Deserta que es binaria (1=deserta, 0=no deserta), pasaron a binaria dos variables más: **Económicamente de quién dependes** (1=depende de alguien, 0=no depende de alguien) y de la misma forma la variable **Trabajas** (1=si, 0=no)

Señalar que hubo intentos de trabajar con variables adicionales sin embargo no tuvo un impacto al momento de calibrar los modelos, motivo por el que no fue considerado y solamente serán detallados a modo de documentación:

- ✓ Dado que se conocían los lugares de procedencia de los estudiantes, es que se clasificaron por Grupos Socioeconómicos (GSE): ABC1C2, C2C3, C3D, DE, Provincia RM, Regiones.
- ✓ Debido a lo señalado en el punto anterior, es que se realizó una clasificación adicional involucrando las distancias tomando como referencia el punto físico donde está ubicado el CFT ENAC: “1” si está a menos de 5Km a la redonda, “2” si está entre 5 y 10Km y finalmente “3” si es mayor que 10Km.
- ✓ También se generó un ranking por carrera, para determinar la posición de ingreso de cada estudiante a una carrera en particular.

Ninguna de estas variables tuvo impacto en el resultado de los modelos motivo por el que fueron desechados del análisis.

De la base de 4.620 registros históricos para calibrar el modelo, se eliminan carreras no vigentes y aquellos cuyo número de encuesta fue menor a 100, quedando un universo de 4.186 registros.

A este universo se agregó información del año 2016 y que constituía un total de 1027 registros. Luego la base total que se usará para calibrar un modelo es de **4.186+1027=5.213 registros**.

La inclusión del 2016 gatilló la eliminación de las siguientes variables ya que no fueron contempladas en la encuesta 2016:

- ✓ Tipo de establecimiento origen
- ✓ Ingreso familiar
- ✓ Tipo de trabajo
- ✓ Familiares que siguieron carrera en una IES

La prueba de modelos previos (sin incorporar el 2016) demostró que estas variables no tenían mayor impacto en los resultados finales; esto no causa extrañeza, ya que muchas veces los estudiantes no entregan toda la información en este tipo de instrumentos, anticipando el impacto futuro que esto les podría ocasionar.

Posteriormente esta información se cruza con la proveniente del Sistema de Gestión Académico: algunos de estos registros no tenían información de notas y/o asistencia, de modo que la base se reduce a **4.549 registros**. Destacar que dado que notas y asistencia son campos dinámicos, es que se obtuvieron dos instantáneas para efectos de realizar los cálculos: 31 de Mayo y 31 de Octubre para alumnos de primer y segundo semestre respectivamente.

La distribución por carrera queda de la siguiente forma:

Carrera	Deserta	No Deserta	Total
Técnico Educador Social Infanto Juvenil	137	31	168
Técnico en Educación de Párvulos	161	68	229
Técnico en Educación Especial	145	17	162
Técnico en Enfermería	1812	570	2382
Técnico en Imagenología y Radioterapia	290	81	371
Técnico en Laboratorio Clínico y Banco de Sangre	273	64	337
Técnico en Masoterapia	148	34	182
Técnico en Odontología	204	85	289
Técnico en Prevención de Riesgos	119	36	155
Técnico en Trabajo Social	228	46	274
Total general	3517	1032	4549

Tabla 17: Número de Desertores y No Desertores por Carrera

Gráficamente:

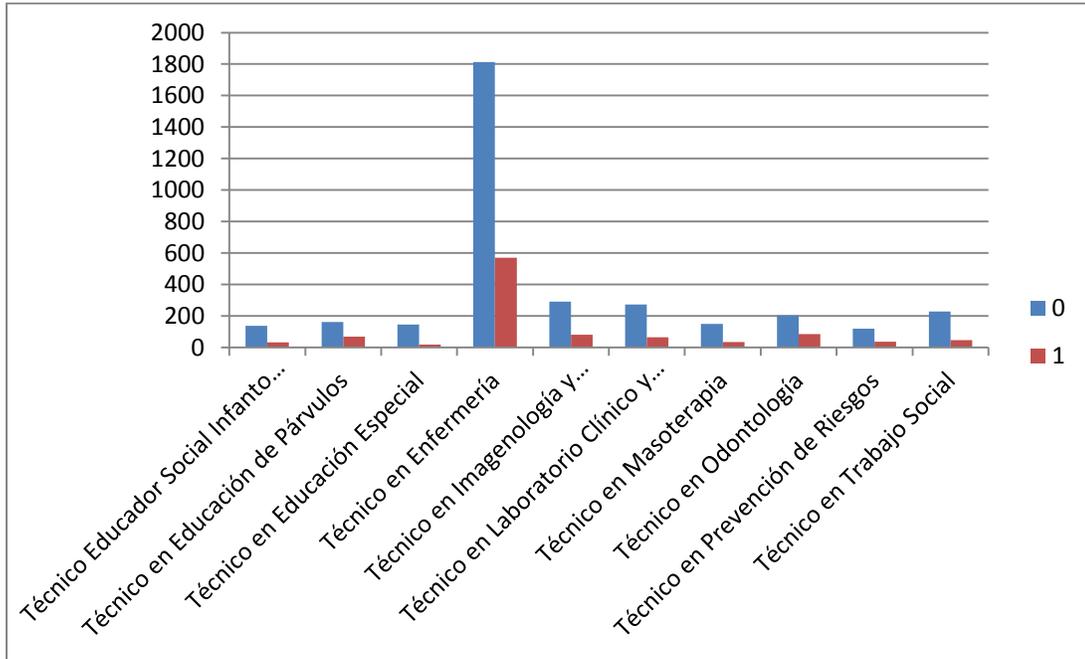


Tabla 18: Distribución Gráfica de Desertores y No Desertores por Carrera

Porcentualmente:

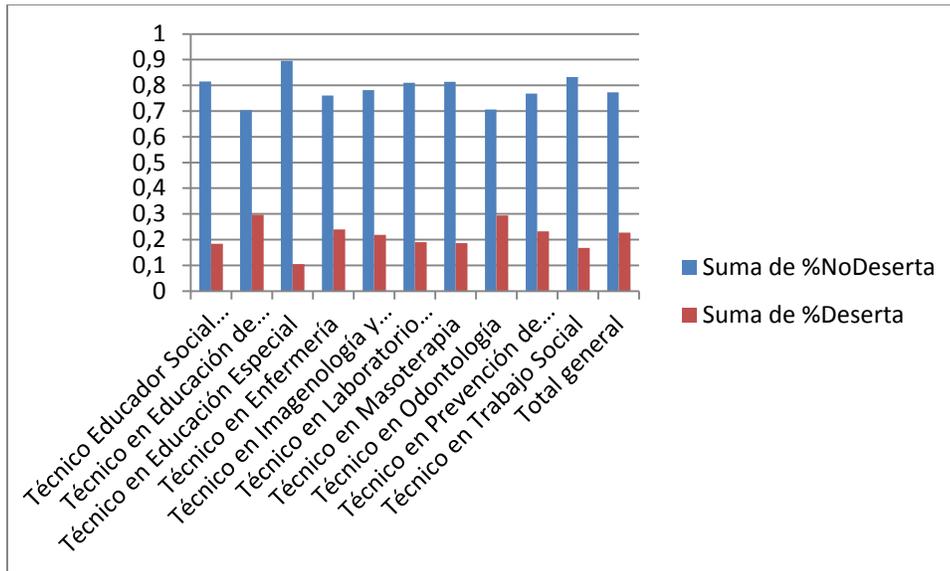


Tabla 19: Distribución Porcentual de Desertores y No Desertores por Carrera

8.4 Data Mining

Para evaluar el rendimiento de cada modelo se usó una serie de métricas obtenidas a través de la Matriz de Confusión, que representa una única tabulación de la predicción correcta e incorrecta de cada clase (A Critical Assessment of Imbalanced Class Distribution Problem: The Case of Predicting Freshmen Student Attrition. Dech Thammasiri, Dursun Delen, Phayung Meesad, Nihat Kasap, 2013). Dado que este constituye un problema de clasificación binaria, se tendrán los siguientes cuatro estados posibles: TP denota el caso de registros que eran positivos y que fueron predichos correctamente como positivos, TN denota los casos de registros negativos que fueron predichos correctamente como negativos. Mientras que los FP son aquellos registros positivos que fueron incorrectamente predichos como negativos y los FN que constituyen registros negativos y que fueron erróneamente predichos como positivos. Cada una de estas tabulaciones posibles se puede visualizar en la Matriz de Confusión representada a continuación:

	Predicho Positivo	Predicho Negativo
Actual Positivo	TP	FP
Actual Negativo	FN	TN

Tabla 20: Matriz de Confusión

Se aplicarán las siguientes métricas de rendimiento para evaluar y comparar los distintos modelos obtenidos:

$$accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$$

$$sensitivity (Precision) = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$specificity = \frac{TN}{TN + FP}$$

$$precision^+ (Recall) = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$precision^- = \frac{TN}{TN + FN}$$

$$FP - Rate = \frac{FP}{FP + TN}$$

$$F - measure = \frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

$$CC = \frac{TP * TN - FN * FP}{\sqrt{(TP + FN)(TN + FP)(TP + FP)(TN + FN)}}$$

$$GMEAN = \sqrt{sensitive * specificity}$$

Los modelos aplicados fueron Árbol de Decisión y Regresión Logística con el software IBM SPSS Statistics 23 que demostró tener mejores resultados que con Rapid Miner, usando validación cruzada.

	Accuracy	Sensitivity (Precision)	Specificity	Precision+ (Recall)	Precision-	FP-Rate	F-measure	CC	Gmean
SPSS Árbol de Decisión	82,22%	67,90%	84,49%	40,99%	94,31%	15,51%	51,12%	43,00%	75,74%
SPSS Regresión Logística	78,21%	54,16%	81,14%	25,87%	93,57%	18,86%	35,02%	26,20%	66,29%

Tabla 21: Métricas obtenidas con Árbol de Decisión y Regresión Logística

Sobreajuste

Se divide el universo de datos en Muestra de Entrenamiento y Muestra de Testing para ajustar un modelo con la base de Entrenamiento y posteriormente evaluar con la base de Testing para visualizar de qué forma el modelo seleccionado generaliza para la muestra que no formó parte del entrenamiento del modelo.

El universo fue de 4.549 registros, considerando aproximadamente un 80% de la data (3.703 registros) para Entrenamiento versus el aproximado 20% (846 registros) para Testing calibrando un Árbol de Decisión.

Los índices obtenidos para Entrenamiento y Testing fueron los siguientes:

	Accuracy	Sensitivity (precision)	Specificity	Precision+ (recall)	Precision-	FP-Rate	F-measure	CC	Gmean
Entrenamiento	81,83%	69,42%	83,38%	34,33%	95,61%	16,62%	45,94%	39,76%	76,08%
Testing	78,96%	59,81%	81,73%	32,16%	93,35%	18,27%	41,83%	32,56%	69,92%

Tabla 22: Métricas con Árbol de Decisión para Base de Datos de Entrenamiento y Testing

Se valida que las diferencias de las métricas entre ambas bases son mínimas, de modo que se puede aseverar que no existe sobreajuste en los datos.

8.5 Interpretación y Evaluación de Resultados

Evaluación Económica del Modelo

Por muy bien que esté calibrado el modelo, este cometerá igualmente errores no detectando alumnos desertores (error Tipo I) y por otro lado predecirá como desertores alumnos que realmente no lo son (error Tipo II); es por este motivo que se requiere manipular el resultado obtenido para tener la mínima pérdida posible que involucran este tipo de errores. Gráficamente estos errores están asociados a la siguiente tabulación en la Matriz de Confusión:

	Predicho Positivo	Predicho Negativo
Actual Positivo	<i>TP</i>	<i>FP</i> <i>(Error Tipo I)</i>
Actual Negativo	<i>FN</i> <i>(Error Tipo II)</i>	<i>TN</i>

Tabla 23: Matriz de Confusión versus Tipos de Errores

Se cuantificará la pérdida de clasificar erróneamente en ambos casos, para posteriormente encontrar el punto en la curva que genere la menor pérdida posible.

Costo del Error Tipo I

El promedio del arancel por carrera del CFT Enac se estima en \$1.200.000. El modelo permite detectar oportunamente alumnos en riesgo de deserción durante el primer semestre, de modo de evitar su fuga por los próximos 2 años que restan para terminar su carrera. Se asume que un alumno desertor paga el semestre que está cursando independiente que después deserte. En base a este supuesto, la pérdida total por alumno se estimaría en:

$$\begin{aligned} & 2 \text{ años (resta para terminar carrera)} * \$1.200.000 \text{ (promedio arancel anual)} \\ & = \$2.400.000 \end{aligned}$$

Luego el costo de cometer un error Tipo I es: \$2.400.000

Costo del Error Tipo II

Acá corresponde cuantificar el costo total de **acompañamiento por alumno**, nombre con el que se denomina a las gestiones que el CFT Enac realiza en apoyo de un alumno candidato a desertor.

El actual Sistema Atención Estudiantil (SAE) registra la totalidad de los distintos apoyos que la Vicerrectoría de Integración y Desarrollo (VIDE) a través de su Unidad de Atención Estudiantil (AE) realiza para evitar la deserción de estudiantes en riesgo.

Se usó como base para efectos de estimaciones una sábana del sistema SAE de Enero a Julio del 2016, obteniendo 2.638 atenciones de distintos profesionales (sicólogas, trabajadoras sociales, normalización, jefes de carrera). Se calculará un promedio del costo involucrado semestral, de modo de proyectar el valor de este acompañamiento de profesionales a lo largo de la carrea (las tutorías se llevan en un registro distinto, por lo que este valor será incluido posteriormente).

El costo de estas atenciones semestrales arroja un valor de \$25.406.675 (el valor hora de cada profesional es distinto), dividido por 1.483 alumnos que pasaron por la Unidad de Atención Estudiantil y que recibieron apoyo: \$17.132 pesos por alumno semestral (costo del acompañamiento asociado a ayuda profesional semestral).

Asumiendo que el estudiante necesitará este apoyo a lo largo de su carrera, se estima que el costo de acompañamiento de profesionales total es de:

$$\$17.132 * 4 = \$68.528 \quad (1)$$

El costo asociado a las tutorías se estimó de una forma distinta ya que esta información no se encontraba registrada en el SAE; los cálculos se hicieron con la información del semestre 2015-2.

Número de alumnos que participaron en tutorías: 75

Número de veces que asistieron: 142

Veces que un alumno participó de tutoría: $142/75$, lo que da un resultado aproximado de 2 veces.

Valor tutoría: \$1.350

Costo total tutoría semestral: $2 * \$1.350 = \2.700

Costo total tutorías durante la carrera:

$$4 * \$2.700 = \$10.800 \quad (2)$$

Costo Total acompañamiento durante la carrera: $(1)+(2)$

$$\$68.528 + \$10.800 = \$79.328$$

Luego el costo de cometer un error Tipo II es: \$79.328.

Función de Costo

La pérdida de cometer errores de Tipo I y II pueden representarse con la siguiente formula:

$$\text{Pérdida } \$ = \text{Error Tipo I} * \$2.400.000 + \text{Error Tipo II} * \$79.328$$

El modelo predice como desertor a quienes tienen mayor o igual al 50% de probabilidad de desertar; dado que en este caso NO es comparable el costo entre los dos tipos de errores es que se procederá con:

- ✓ Disminuir el porcentaje del 50%, para predecir como desertor a quienes tengan menores probabilidades de deserción. Es así como se construye la tabla a continuación.
- ✓ Se tomará como referencia distintos montos de acompañamiento, para visualizar un punto de inflexión en el análisis de modo de tener alguna medida de comparación (básicamente debido a que no es comparable el costo de no detectar un alumno en riesgo y en consecuencia no ofrecer acompañamiento versus ofrecer acompañamiento a un alumno no desertor). Señalar adicionalmente que existen una serie de costos adicionales a considerar en caso de que el estudiante no deserte y que serán abordados posteriormente en el flujo de caja; sin embargo se realiza igualmente este análisis, para tener un mayor acercamiento de los beneficios que se pueden percibir con el modelo.

Rango	Acompañamiento \$79.328	Acompañamiento \$500.000	Acompañamiento \$950.000	Accuracy	Recall	Precision
Prob <=0,5	\$ 1.477.466	\$ 1.561.600	\$ 1.651.600	82%	41%	68%
0,50 <= Prob <=0,55	\$ 1.435.931	\$ 1.528.900	\$ 1.628.350	82%	43%	67%
0,56 <= Prob <=0,60	\$ 1.073.628	\$ 1.256.200	\$ 1.451.500	81%	58%	58%
0,61 <= Prob <=0,65	\$ 761.388	\$ 1.044.500	\$ 1.347.350	79%	71%	52%
0,66 <= Prob <=0,70	\$ 698.630	\$ 1.005.300	\$ 1.333.350	78%	74%	51%
0,71 <= Prob <=0,75	\$ 522.734	\$ 914.800	\$ 1.334.200	75%	82%	48%
0,76 <= Prob <=0,80	\$ 425.423	\$ 886.900	\$ 1.389.550	73%	86%	45%
0,81 <= Prob <=0,85	\$ 308.276	\$ 886.700	\$ 1.505.450	68%	92%	41%
0,86 <= Prob <=0,90	\$ 254.819	\$ 944.300	\$ 1.681.850	63%	95%	37%
0,91 <= Prob <=0,95	\$ 197.926	\$ 1.145.700	\$ 2.159.550	50%	99%	31%
0,96 <= Prob <=1	\$ 278.997	\$ 1.758.500	\$ 3.341.150	29%	100%	23%

Tabla 24: Pérdida Estimada en Miles de Pesos por Acompañamiento

Si se analiza la matriz de confusión para cada uno de estos casos, se verá que aumenta la métrica denominada Recall del modelo pero baja Precision. Esto constituye el efecto deseado, ya que el costo de no detectar a un desertor es mucho mayor que ofrecer un plan de acompañamiento a un estudiante no desertor.

Graficando la curva de pérdidas para distintos valores de probabilidad de la tabla anterior, y asumiendo un plan de acompañamiento de \$79.328, \$500.00 y \$950.000 pesos para visualizar un punto de inflexión se tiene:

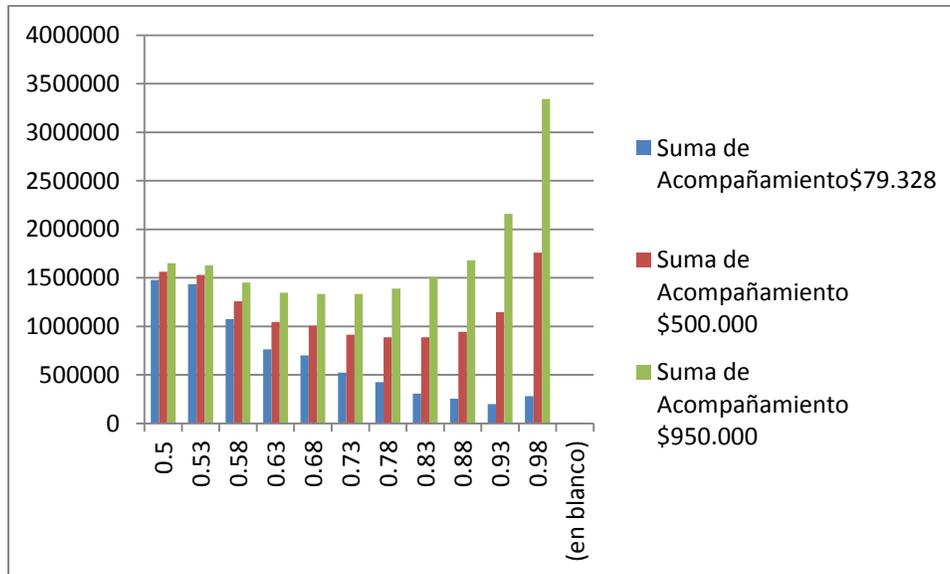


Figura 21: Punto de Inflexión del Costo

De esto se deduce que el costo actual del acompañamiento de \$79.328 semestral por estudiante es marginal comparado con la pérdida que significa que un estudiante deserte. De modo que la primera conclusión sería ofrecer acompañamiento a todos los estudiantes por mínima que sea su probabilidad de desertar. Esto gatilla el análisis del siguiente párrafo.

Se probó con distintos costos de acompañamiento para determinar el monto que podía generar un punto de inflexión en la función de pérdida, trabajando con el monto de acompañamiento real, más dos valores arbitrarios para visualizar diferencias. Respecto del valor real, recordar que solo considera las horas de profesionales que realizaron alguna gestión, sin considerar costos adicionales involucrados para que la atención se concrete (espacio físico, sistemas, secretarías, etc. y que serán abordados posteriormente en el flujo de caja).

Para esos montos y flexibilizando la probabilidad de deserción, se graficaron las curvas para determinar el punto más bajo que constituiría la menor pérdida; este se obtuvo en:

Rango	Acompañamiento \$79.328	Acompañamiento \$500.000	Acompañamiento \$950.000
Prob <=0,5	\$ 1.477.466	\$ 1.561.600	\$ 1.651.600
0,50 <= Prob <=0,55	\$ 1.435.931	\$ 1.528.900	\$ 1.628.350
0,56 <= Prob <=0,60	\$ 1.073.628	\$ 1.256.200	\$ 1.451.500
0,61 <= Prob <=0,65	\$ 761.388	\$ 1.044.500	\$ 1.347.350
0,66 <= Prob <=0,70	\$ 698.630	\$ 1.005.300	\$ 1.333.350
0,71 <= Prob <=0,75	\$ 522.734	\$ 914.800	\$ 1.334.200
0,76 <= Prob <=0,80	\$ 425.423	\$ 886.900	\$ 1.389.550
0,81 <= Prob <=0,85	\$ 308.276	\$ 886.700	\$ 1.505.450
0,86 <= Prob <=0,90	\$ 254.819	\$ 944.300	\$ 1.681.850
0,91 <= Prob <=0,95	\$ 197.926	\$ 1.145.700	\$ 2.159.550
0,96 <= Prob <=1	\$ 278.997	\$ 1.758.500	\$ 3.341.150

Tabla 25: Punto de Inflexión de la Pérdida Estimada en Miles de Pesos por Acompañamiento

Esto se interpreta como que la menor pérdida con un acompañamiento de \$79.328 se obtiene cuando se marca como desertor a estudiantes con un rango de probabilidad entre [0,91 - 0,95] de no desertar; mientras que si el acompañamiento sube a \$500.000, la menor pérdida se da al marcar como desertor a un estudiante en el rango [0,81 – 0,85] de no desertar y finalmente con un acompañamiento de \$950.000 la menor pérdida se obtiene en el rango [0,66 – 0,70].

9. Evaluación Financiera

La evaluación económica consideró las siguientes alternativas de solución:

- ✓ Mejora a la solución “sin proyecto” o la que también se denomina “Mejora a la Situación Base”.
- ✓ Modelo Predictivo más Plataforma de Seguimiento desarrollada por CFT ENAC.
- ✓ Modelo Predictivo más Plataforma de Seguimiento CRM, con proveedor externo OnPremisse.
- ✓ Modelo Predictivo más Plataforma de Seguimiento CRM, con proveedor externo en la Nube.

La evaluación financiera a desarrollar en este capítulo va asociada a la tercera alternativa planteada anteriormente, por las siguientes razones y consideraciones especiales:

- ✓ “Mejora a la Situación Base” no se considera ya que la inversión es mínima y su impacto igualmente mínimo toda vez que solo apunta a considerar una variable adicional (deuda) al análisis que se realiza actualmente.
- ✓ EL CFT ENAC adquirió recientemente fondos concursables del MINEDUC, que lo posibilita para adquirir un software de clase mundial como el CRM, descartando las primeras dos alternativas que son de mucho más bajo costo por ser desarrollado por personal TI de ENAC.
- ✓ De las dos alternativas asociadas al CRM se evaluará la solución OnPremisse, ya que los fondos son limitados y la solución en la Nube implica un costo permanente asociado a un servicio mensual; en tanto que los fondos del MINEDUC deben implementar una solución que gatille una capacidad instalada, motivo por el que se justifica la solución OnPremisse.
- ✓ El CRM si bien fundamental para hacer seguimiento a los cursos de acción, será considerado costo hundido para esta evaluación por adquirirse independiente de la ejecución del proyecto; considerarlo castigaría de sobremanera esta evaluación financiera, y sobre todo si se considera que dicha solución va orientada también a soportar la totalidad de la gestión de la Oficina de Atención Estudiantil y no solo a la función de Retención objetivo de este proyecto.
- ✓ Destacar que las soluciones (a excepción de la primera) consideran el costo de desarrollar el Modelo Predictivo que se integra posteriormente con el CRM.
- ✓ Para los costos del proyecto se considerará una fracción de los recursos humanos de la Oficina de Atención Estudiantil a ser cargados en esta evaluación; el argumento es el mismo señalado en el ítem anterior, y es que el personal de dicha área no solo trabaja para Retención sino también para otras funciones que escapan al proyecto.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, es que se pasa a estimar beneficios, costos e inversión que darán origen al flujo de caja.

9.1 Beneficios

Los beneficios de la solución propuesta contemplan una mejora en la Retención de 1% anual de los alumnos nuevos que ingresan al CFT ENAC, lo que equivale aproximadamente a 19 alumnos que no desertarían bajo la nueva solución cada año. Considerando el monto de arancel promedio semestral de \$600.000, estudiante que no deserta genera los siguientes ingresos anuales:

Año	Monto por Estudiante
Al primer Año	\$600.000 (se asume que deja de pagar al segundo semestre)
Al segundo año	\$1.200.000
Al tercer año	\$600.000

Tabla 26: Ingreso Anual por Estudiante

En un flujo proyectado a 5 años se deben considerar estos montos por alumno retenido.

9.2 Costos

Los costos asociados a la solución vienen dado por la fracción de tiempo de las 3 secretarias encargadas de atender el área de Atención Estudiantil (se estima que 1/5 de su turno estará dedicada a Retención), Staff de Profesionales encargados de realizar cursos de acción en apoyo del alumno desertor y el Soporte TI para mantener plataforma operativa.

Adicionalmente señalar que existen otros costos asociados al uso de los espacios e infraestructura, costos de los centros prácticos de estudiantes que desde muy temprano realizan prácticas como parte de su plan de estudio y que serán incluidos como costos asociados a profesionales.

Secretarias Atención Estudiantil	Se considera una renta de \$600.000 pesos por secretaria → \$30.000 pesos diarios Son 3 secretarias dedicando (1/5) del tiempo: \$18.000 pesos diarios → \$360.000 mensual → \$4.320.000 anual
Staff de Profesionales	Tal como fue calculado en el ítem anterior, el costo de acompañamiento durante la carrera es de \$79.328. Valor del acompañamiento semestral: \$79.328/4=\$19.832 Dado que la proyección del flujo de caja es anual: \$19.832*2=\$39.664
Soporte TI	\$100.000 mensual → \$1.200.000 anual

Centros Prácticos e Infraestructura	El uso de espacios y valor de las distintas prácticas en los centros prácticos de todo tipo de especialidades se estima en \$100.000 anuales por estudiante.
--	--

Tabla 27: Costos Totales del Proyecto

Hay un costo adicional que debe verse reflejado y que dice relación con el mayor costo que genera la retención de una mayor cantidad de alumnos, asociado a la función de la unidad de Atención Estudiantil a cargo del proceso. Para esto se generará una escala de costos, que indique los montos dependiendo de la cantidad de alumnos retenidos. Por cada 50 estudiantes, se considera un aumento del costo en 30%.

Cantidad de Estudiantes	Costos
<= 50	Base: \$4.320.000 anual
>50 y <=100	\$5.616.000
>100	\$7.300.800

Tabla 28: Costo por Gestión de Retención de Estudiantes dado el Volumen Retenido

9.3 Inversión

Existen los siguientes costos asociados a inversión dados por:

Analista de Datos	Costo diario Desarrollador: 2UF Tiempo estimado: 50 días de trabajo Total: 100UF
Jefe del Proyecto	Costo diario Jefe del Proyecto: 4UF Tiempo estimado: 70 días de trabajo Total: 280UF
Implementación Módulo Predictivo	Costo diario Proveedor: 4UF Tiempo estimado: 60 días de trabajo Total: 240UF
Capacitación a Usuarios del Sistema	Costo diario Secretaria: \$30.000 Total: \$180.000 (2 días, 3 secretarias) Los costos asociados a los demás usuarios del sistema, fueron incluidos en los ítems anteriores.
Mantenimiento al Tercer Año	500 UF

Tabla 29: Inversión Total del Proyecto

Se desprende que la inversión inicial total alcanza un monto en pesos de \$16.241.720 (se considera valor de la UF al 30 de abril del 2016 de al \$25.906, fuente: www.sii.cl), con una reinversión de 500UF al tercer año, que considera recalibrar el modelo con nuevas variables que pudieron generarse durante los dos primeros años de vida del proyecto.

9.4 Flujo de Caja

Consideraciones:

- ✓ La depreciación fue eliminada de la evaluación, ya que al considerarse como costo hundido el CRM implica no incluir la depreciación por concepto de servidor y licencias considerados en un análisis preliminar.
- ✓ Por ser institución de educación tampoco se consideran impuestos.
- ✓ La tasa de la industria para el cálculo de VAN fue de 15%.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+) Ingresos por Ventas		\$ 11.400.000	\$ 34.200.000	\$ 45.600.000	\$ 45.600.000	\$ 45.600.000
(-) Gastos de Administración y Ventas - Secretarías AT		\$ 4.320.000	\$ 4.320.000	\$ 5.616.000	\$ 5.616.000	\$ 5.616.000
(-) Gastos de Administración y Ventas - Staff Profesionales		\$ 753.616	\$ 1.507.232	\$ 2.260.848	\$ 2.260.848	\$ 2.260.848
(-) Gastos de Administración y Ventas - Soporte TI		\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
(-) Gastos de Centros Prácticos más Estructura		\$ 1.900.000	\$ 3.800.000	\$ 5.700.000	\$ 5.700.000	\$ 5.700.000
(-) Depreciación						
(=) Resultado Operacional (A)		\$ 3.226.384	\$ 23.372.768	\$ 30.823.152	\$ 30.823.152	\$ 30.823.152
(=) Utilidad antes de Impuesto (A+B)		\$ 3.226.384	\$ 23.372.768	\$ 30.823.152	\$ 30.823.152	\$ 30.823.152
(-) Impuesto a las empresas						
(=) Utilidad después de Impuesto		\$ 3.226.384	\$ 23.372.768	\$ 30.823.152	\$ 30.823.152	\$ 30.823.152
(+) Depreciación						
(=) Flujo Operacional (C)		\$ 3.226.384	\$ 23.372.768	\$ 30.823.152	\$ 30.823.152	\$ 30.823.152
(-) Inversión Fija - Desarrollo ENAC	\$ 16.241.720			\$ 12.953.000		
(=) Flujo de Capitales (D)	-\$ 16.241.720	\$ 3.226.384	\$ 23.372.768	\$ 17.870.152	\$ 30.823.152	\$ 30.823.152
(=) Flujo de Caja Privado (C+D)						
VAN						\$ 48.934.708
TIR						82%

Tabla 30: Flujo de Caja del Proyecto

10 Gestión del Cambio

ENAC es un Centro de Formación Técnica sin fines de lucro que se ha caracterizado por ser una institución centrada en un sector vulnerable de la sociedad, entregando un proyecto educativo de calidad a quienes opten por esta institución.

El proyecto se lleva a cabo en un ambiente próximo al proceso de Reacreditación Institucional; el primer proceso de acreditación se obtuvo en Octubre 2012, instancia en que se logró una acreditación por un período de 4 años, de modo que es natural la presión por obtener un número igual o mayor que este en el siguiente proceso. La presentación del proyecto fue en reunión de Comité de Gestión en que participan el Rector y a las tres Vicerrectorías, siete meses antes de enfrentar este segundo proceso.

Señalar que un proyecto de este tipo tiene un alto impacto a nivel estratégico por su carácter innovador, generando una ventaja competitiva en la gestión de la permanencia respecto del manejo de esta en otras instituciones de educación superior.

Además el proyecto produce impacto en forma transversal a varias unidades del CFT; en primer lugar a la Vicerrectoría de Integración y Desarrollo (VIDE) que colabora directamente con la Vicerrectoría Académica (VRA) a fin de apoyar y mejorar los índices de retención; la gestión de agendar profesionales de apoyo propiamente tal está a cargo de la Atención Estudiantil (AE) que depende directamente de la VIDE y que son quienes gestionan las horas con distintos profesionales de apoyo: psicólogos y trabajadores sociales (que dependen de la VIDE), Jefes de Carrera (dependen de la VRA), personal de cobranzas (depende de VRAF, Vicerrectoría de Administración y Finanzas). Dada la cantidad de personas involucradas por este proyecto transversal a las tres Vicerrectorías, es que cobra importancia una adecuada Gestión del Cambio para garantizar en alguna medida el éxito del proyecto.

Los desafíos que presenta la Gestión del Cambio dicen relación con:

- ✓ Lograr apoyo de la Rectoría, para que junto con financiar la solución la respalde de forma tal que sea percibida por el resto de la institución.
- ✓ Lograr apoyo de las tres Vicerrectorías: VRA, VIDE y VRAF, para que respalden la propuesta y que esto sea transmitido a las distintas unidades a su cargo.
- ✓ Alinear al equipo de Jefes de Carrera que dependen directamente de la VRA, grupo masivo de profesionales y que están directamente relacionados con la permanencia de los estudiantes y constituyen los principales usuarios del sistema.
- ✓ Alinear a todos los profesionales que desde sus distintas especialidades, atienden estudiantes para brindar apoyo orientado a que el estudiante finalice exitosamente sus estudios.

10.1 Estrategia de la Gestión del Cambio

Gestión del Poder

Son varios los actores directamente involucrados por el motivo señalado anteriormente: el impacto del proyecto es transversal a la institución, cada área puede obtener distintos beneficios de su uso. A continuación un listado con los principales actores y su vínculo con el proyecto.

Actor y Relación con el Proyecto	Sintonía con el Proyecto	Poder
Rector Autoridad máxima del CFT y con poder de decisión para financiar proyectos que estima conveniente.	El Rector visualiza el impacto positivo de contar con una herramienta de este tipo, entiende que involucra todas las dimensiones que la institución aborda motivo por el que respalda la solución desde el momento que le es presentada.	Alto
VRAF Vicerrector de Administración y Finanzas, encargado de la salud financiera de la institución y asigna los recursos cuya administración están a su cargo.	El Vicerrector si bien suele cuestionar los proyectos de inversión, entiende que la solución es atractiva y estratégica para la institución. Además de ser impulsada desde la Dirección de Tecnología que está a su cargo.	Alto
VIDE Vicerrectora de Integración y Desarrollo Estudiantil, es el área foco a quién está destinado este proyecto	La Vicerrectora sintoniza con la propuesta de proyecto por involucrar todas las dimensiones que constituyen parte de su quehacer diario, motivo por el que espera que la solución esté operativa lo antes posible.	Medio
Jefes de Carrera Grupo masivo de profesionales (15 personas, algunos de ellos con más de una carrera a cargo) con especial interés en la permanencia ya que el indicador de deserción impacta directamente en su gestión al momento de evaluar su desempeño.	Acá la situación de torna compleja toda vez que en general el Jefe de Carrera tiene la tendencia a pensar que este tipo de herramientas más que apoyo a su labor más bien la entorpece. De ahí la necesidad de encontrar el mecanismo adecuado de comunicación de modo que el mensaje llegue a destino de forma correcta.	Bajo

Tabla 31: Mapa de Poder

Respecto del equipo que liderará el proyecto, si bien nace como una propuesta del Departamento de Tecnología es fundamental que lo lidere en conjunto con la VIDE que será el área encargada posteriormente de su administración. Dado que la institución es más bien pequeña comparada con otras instituciones de educación superior, el respaldo público que brinde el Rector a esta iniciativa será fundamental para lograr que los equipos de trabajo se alineen masificando el uso de la herramienta.

Gestión de Narrativas

Entendiendo la importancia de una narrativa adecuada a los distintos actores involucrados y dependiendo de su rol, es que se pone especial énfasis en la determinación de estas sabiendo que el éxito del proyecto depende en gran medida de como el actor reciba el mensaje.

Actor	Narrativa
Rector	Esta es una solución innovadora y adaptada a la institución, que busca información de apoyo a la toma de decisiones en la totalidad de los datos que recopila la institución a través de sus distintos instrumentos durante el semestre. La información será presentada a través de semáforos, de modo que sea de fácil lectura e interpretación.
VIDE y VRA	Este proyecto que gestiona la Permanencia, función que involucra directamente ambas vicerrectorías, será de gran impacto por detectar oportunamente alumnos en riesgo de modo de aplicar los cursos de acción correspondientes. Eso facilitará el trabajo de los profesionales que ambas vicerrectorías tienen a cargo, por entregar información oportuna para la toma de decisiones. Por otro lado y en la medida que este proyecto progrese, y dado que se empieza a almacenar data histórica de los cursos de acción aplicados, se podrá en un futuro evaluar su efectividad para aplicar mecanismos de corrección en caso que amerite.
Jefes de Carrera	Esta solución apoyará directamente la gestión que realizan en torno a la Permanencia, mejorando los índices de retención variable de peso al momento de evaluar su desempeño anual. Están contempladas las integraciones necesarias para facilitar el trabajo, de modo que resulte una herramienta de apoyo amigable y con entrega de información veraz para la toma oportuna de decisiones al respecto. La información será desplegada de forma tal que su lectura será de fácil entendimiento y con distintos semáforos de modo que su uso sea más bien intuitivo.

Tabla 32: Narrativas por Actor

10.2 Estrategia Comunicacional

La estrategia adecuada de comunicación es pieza fundamental para garantizar el éxito del proyecto. En este caso se basó fuertemente en dos aspectos:

- ✓ Respaldo absoluto del Rector de la institución al proyecto, quién hacía permanentemente referencia a este mientras estaba en proceso de construcción. El apoyo comunicacional que entrega la cabeza máxima de la institución, resulta ser de vital ayuda para que el resto de la organización se alinee con el proyecto.
- ✓ Otro aspecto fundamental si de comunicaciones se trata, fue que la Rectoría se encargó de mencionar en varias oportunidades que iniciativas de este tipo, permitía abordar de mejor manera el proceso de Reacreditación que estaba en curso.
- ✓ Involucrar tempranamente a los actores operativos en el desarrollo del proyecto. Se armó dos grupos de Jefes de Carrera y se les citó a reunión para contar el detalle de lo que involucraba el proyecto. Las reuniones fueron participativas, incluso se obtuvieron buenas ideas que posteriormente fueron incorporadas al proyecto. Esto se tradujo en una mejor recepción por parte del usuario, al momento de la puesta en marcha.

11 Conclusiones

La deserción es un fenómeno ampliamente estudiado tanto a nivel nacional e internacional por el impacto negativo que gatilla no solo sobre el estudiante y su entorno más cercano sino también por el costo que significa para la sociedad; de ahí la importancia de poner especial énfasis en las distintas alternativas que permitan aminorar el fenómeno.

A través de la metodología de Ingeniería de Negocios se justifica una propuesta de rediseño de procesos destinada a disminuir la deserción y en consecuencia será aplicado al área de Educación; lo atractivo de esta herramienta es que permite interpretar todo tipo de industrias a través de Patrones de Negocios y Macroprocesos, partiendo por una visión macro del negocio para luego alcanzar el nivel de detalle requerido del proceso a rediseñar. Tener esta vista no solo permite tener claridad respecto del proceso que se busca abordar, sino también una visión más amplia para el día de mañana abordar otro proceso que necesite mejora.

Desde el punto de vista de Tecnologías de la Información (TI), se pretende lograr con analítica una ventaja competitiva; el rediseño abordado en el párrafo anterior se sustenta en este caso en la construcción de un modelo predictivo. Dicho modelo salvo ajustes que dependen exclusivamente de una casa de estudios en particular, puede ser aplicado a cualquier otra IES o a otro tipo de negocios como la banca o retail, si se piensa la deserción en términos de fuga. De ahí el poder de este tipo de soluciones, posibles de adaptar a cualquier realidad.

Destacar la importancia de la calidad de los datos; los modelos se basan en la búsqueda de patrones en los datos cuya interpretación apoyen la toma de decisiones y de ahí la importancia de la calidad de estos. Caso contrario se puede tener buenas iniciativas de tratamiento de datos, sin embargo no arrojan ningún resultado concluyente. Tal es el caso de la segmentación de estudiantes por la distancia que los separa para llegar a la institución, variable que por el tipo de organización la lógica anticipa que debió generar algún impacto pero que al modelar no tuvo ningún efecto sobre la predicción. En consecuencia y dado que los datos pueden mejorar a futuro (producto por ejemplo de mayor calidad en el proceso de toma de la encuesta), es que no se debe descartar reevaluar el modelo en un tiempo posterior, ya que podrían aparecer como relevantes variables que en el pasado no lo fueron.

Señalar que producto del estudio que se hizo sobre la materia reflejado en el marco teórico, se encontró variables en la literatura reconocidas como buenos predictores y que la institución no estaba recopilando; es así como se propone a la vicerrectoría correspondiente la incorporación de estas variables como el nivel de escolaridad de los padres, que empieza a ser incorporado en la encuesta del presente año, por lo que se prevé que a futuro se podrá contar con esa variable para mejorar los resultados de la predicción.

Para la implementación del modelo se probó con dos software distintos y con varios modelos que provee la minería de datos, optando desde luego por el que arrojó mejor resultado;

respecto del análisis financiero se presenta una primera aproximación graficando una curva que representa la menor pérdida y posteriormente un flujo de caja que incluye la totalidad de los costos de mantener un alumno con probabilidad de deserción. Respecto del primer análisis se concluye que el costo de acompañamiento es marginal respecto de la pérdida que provoca un estudiante desertor y en consecuencia lo lógico apuntaría a aplicar acompañamiento a todos los estudiantes por mínimo que sea el riesgo de deserción. Este análisis constituye un primer acercamiento financiero, y permite sensibilizar respecto de los montos involucrados.

Es así que junto con flexibilizar la probabilidad de deserción (marcar como desertores a estudiantes con probabilidad de desertar menor al 50%), se aumenta además el costo del acompañamiento para encontrar un punto de inflexión en la curva que grafica las pérdidas (errores tipo I y tipo II que comete el modelo). La determinación de estos valores permite total claridad de la envergadura del proyecto, justificando económicamente su viabilidad.

Sin embargo tener en consideración existen otros costos involucrados que si bien podrían incluirse en el análisis del ítem anterior, en esta oportunidad fueron incorporados en el flujo de caja del proyecto cuyos VAN y TIR no hacen más de respaldar el análisis anterior.

11.1 Resultados de la Implementación

El sistema se encuentra en producción en la institución a contar de mediados del primer semestre del año en curso; se sabe que la plataforma provocó un impacto positivo a los ojos de los Pares Evaluadores, que visitaron la institución en Junio 2016 en miras del proceso de Reacreditación Institucional.

La herramienta es usada por los usuarios para quienes fue diseñada, lo que podría tomarse como una evidencia de que la Gestión del Cambio fue efectiva. Respecto de esto último importante recordar que el proyecto se gesta en un ambiente próximo al proceso de Reacreditación, de modo que cuando es presentado a la Rectoría tuvo buena acogida desde ese mismo momento y en consecuencia total respaldo del Rector ya que visualizó el impacto a nivel estratégico que una solución de este tipo otorga. Adicionalmente hubo un respaldo público del mismo Rector frente a las demás unidades, lo que se traduce en un gran apoyo al proyecto sobre todo en plataformas de este tipo que tienen un impacto en forma transversal a todas las unidades del CFT.

Señalar además la importancia que tiene involucrar a los usuarios objetivo en etapas tempranas del desarrollo; esto porque sus posibles comentarios pueden ser un aporte a ser considerado en la solución, lo que adicionalmente trae como consecuencia una mejor recepción toda vez que el usuario ve implementado sus aportes individuales.

Sin embargo la implementación no estuvo exenta de dificultades; premura en el desarrollo incitó la falta de rigurosidad en la formalización de los entregables del desarrollo por parte de un programador externo, lo que obviamente dificultó la puesta en marcha sobre todo porque el proyecto se extendió por más tiempo del planificado. A pesar de esto se logró salir en un tiempo adecuado sorteando el problema.

El primer semestre que estuvo operativa la aplicación, estuvo marcado por la adaptación a la nueva herramienta; ha habido observaciones de carácter más bien de forma, que fueron incluidos como parte de un Control de Cambio del proyecto.

11.2 Trabajo Futuro

Son varias las mejoras que desde ya se visualizan y que podrían abordarse como mejoras; en primer lugar señalar que este modelo finalmente se traduce en una alerta estática, toda vez que las variables de corte socio económico que componen el modelo constituyen una foto del estudiante al momento de ingreso a la institución, sumado con variables académicas que son igualmente instantáneas en un período de tiempo específico; el desafío entonces, sería dinamizar la ejecución del modelo, lo que pasar por refrescar las variables en un tiempo posterior.

Por otro lado fue señalado que los test sicoeducativos no fueron incorporados dentro del modelo por no contar con suficiente data histórica; esta información que mide tanto el nivel cognitivo como las habilidades blandas del estudiante, deben ser incorporadas a futuro porque es muy probable que tenga impacto en la predicción. Luego importante seguir almacenando la data, para que en el momento en que se tenga suficiente historia esta se incorpore al modelo.

Contar con un seguimiento de los cursos de acción aplicados a estudiantes en riesgo, permite al cabo de un tiempo evaluar la efectividad que están teniendo y en consecuencia aprobarlos de forma definitiva como un curso de acción válido, mejorarlos si aplica o definitivamente eliminarlos si no están cumpliendo el objetivo. Del trabajo futuro este es el más inmediato, ya que posibilita los análisis transcurridos un semestre.

Adicionalmente es posible pensar en un segundo modelo predictivo asociado a los cursos de acción; es decir que el modelo sea capaz de proponer el mejor curso de acción para mitigar la deserción, dependiendo de las características del estudiante en cuestión. Esto solo será posible a futuro, toda vez que la recopilación de los cursos de acción es más bien reciente, y se requerirá de un tiempo para acumular datos que posibiliten la calibración de un nuevo modelo.

Finalmente señalar que este tipo de proyectos son de naturaleza dinámica, y deben ser reevaluados al cabo de un tiempo; mayor calidad en la recopilación de variables e incluso otras nuevas que puedan generarse debe gatillar una revisión del modelo en busca de mejoras en la predicción.

Anexo I: Bibliografía

“Ingeniería de Negocios Diseño Integrado de Servicios, sus Procesos y Apoyo TI”, Master in Business Engineering Universidad de Chile, profesor Óscar Barros.

“Estudio sobre causas de la Deserción Universitaria”, Centro de Micro Datos del Departamento de Economía de la Universidad de Chile, Agosto 2008.

“Informe de Autoevaluación del Centro de Formación Técnica ENAC”, para obtención de Acreditación Institucional, 2011.

“Informe de Autoevaluación Institucional 2016” Centro de Formación Técnica ENAC, para proceso de Reacreditación Institucional 2016.

“Informe Ejecutivo Estudio de Desertores 2013”, Unidad de Análisis Institucional y Aseguramiento de la Calidad, Carol Galleguillos, Julio 2013.

“Informe Descriptivo de Variables que Influyen en la Suspensión y el Retiro de los Estudiantes del Centro de Formación Técnica ENAC”, Vicerrectoría De Integración y Desarrollo Estudiantil Abril 2016.

“Diseño y Construcción del Proceso de Priorización de Pacientes”, Tesis para optar al grado de Magister en Ingeniería de Negocios con Tecnologías de Información, Alejandro Quezada, Mayo 2013.

“Planificación Estratégica y Gestión de Cartera de Proyectos en la Clínica Alemana”, Tesis para optar al grado de Magister en Ingeniería de Negocios con Tecnologías de Información, Patricio Anguita Osorio, Mayo 2011.

“Modelos de Análisis de la Deserción Estudiantil en la Educación Superior”, Erika Himmel K., Consejera Consejo Superior de Educación.

“The top ten algorithms in data mining”. CRC Press. Wu, X., & Kumar, V. (Eds.).(2010).

“Análisis Comparativo de Algoritmos de Minería de Datos para Predecir la Deserción Escolar”, Maricela Quintana López, Juan Carlos Trinidad Pérez, Saturnino Job Morales Escobar, Víctor M. Landassuri Moreno, Centro Universitario UAEM Valle de México, 2013.

“La Minería de Datos como un Método Innovador para la Detección como Patrones de Deserción Estudiantil en Programas de Pregrado en IES”
Ricardo Timarán Pereira, Andrés Calderón Romero Universidad de Nariño Colombia
Javier Jiménez Toledo Institución Universitaria CESMAG Colombia

“Predicción del Rendimiento Académico de Alumnos de Primer Año de la FACENA (UNNE) en función de su caracterización socioeducativa”, Eduardo Adolfo Porcel, Gladys Noemí Dapozo y María Victoria López, Publicado 10 de Agosto 2010

“Modelo para Estimar la probabilidad de Deserción de los Alumnos en la Universidad del Bío-Bío”, Convenio de Desempeño: Integración Social y Éxito Académico, Universidad del Bío-Bío, 2010.

“The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions”, RYAN S.J.D.BAKER, Department of Social Science and Policy Studies - Worcester Polytechnic Institute Worcester, MA USA AND KALINA YACEF, School of Information Technologies - University of Sydney, NSW Australia.

“A Critical Assessment of Imbalanced Class Distribution Problem: The Case of Predicting Freshmen Student Attrition”. Dech Thammasiri, Dursun Delen, Phayung Meesad, Nihat Kasap, 2013