



Sistema de Alerta Temprana basado en Inteligencia de Negocios para detectar riesgo académico en estudiantes de la Universidad de La Serena

Gonzalo Alexis Honores Vega

Universidad de La Serena
Benavente 980, La Serena, Región de Coquimbo, Chile

ghonores@userena.cl

Resumen: El rendimiento académico de los estudiantes de educación superior influye directamente en la retención estudiantil. Actualmente, cerca del 5% de los estudiantes regulares de la Universidad de La Serena son eliminados semestralmente por su rendimiento. Para poder tomar medidas oportunas y bajar estas tasas de eliminación es necesario contar con un Sistema de Alerta Temprana que entregue información clave sobre los estudiantes con riesgo académico a los jefes de las distintas carreras para que puedan tomar medidas que mitiguen estas situaciones durante el transcurso del semestre. La Universidad cuenta con una Plataforma Tecnológica Administrativa y Docente Integrada con la que registra todos los movimientos académicos de los estudiantes desde una perspectiva más transaccional que de detección de situaciones de riesgo. La incorporación de una solución de Inteligencia de Negocios busca clasificar a los estudiantes según su nivel de riesgo académico, generando tableros de control que permitan a los Jefes de Carrera realizar el seguimiento durante el semestre, detectando de esta manera en forma anticipada a los estudiantes en riesgo.

Palabras Clave: Rendimiento Académico, Sistema de Alerta Temprana, Riesgo Académico, Retención Estudiantil, Inteligencia de Negocios, Tableros de Control.

1 Introducción

1.1 El Problema

La Universidad de La Serena cuenta con una Plataforma Tecnológica Administrativa y Docente (PTDI) que registra los movimientos académicos de sus estudiantes, por intermedio de esta plataforma la Unidad de Registro Académico, perteneciente a la Dirección de Docencia, gestiona los distintos procesos involucrados en las actividades académicas de la Institución. La información registrada queda a disposición de los usuarios de la plataforma, pero con diferente nivel de acceso y visualización. A pesar de no estar diseñada para realizar análisis de información, entrega algunos indicadores generales y se pueden descargar ciertos reportes que ayudan en la gestión, sin embargo, para poder realizar un real seguimiento del comportamiento académico de los alumnos durante el semestre, no se cuenta con un módulo que facilite esa tarea, concentrando la información y entregando datos claves que ayuden a identificarlos según su situación académica.

Registro Académico, como unidad que coordina la ejecución de los procesos académicos, se ha transformado en una fuente de información que alimenta a las demás unidades de la Institución, aumentando las solicitudes de información, así también la cantidad de datos que se van almacenando en la plataforma.

Tanto la PTDI como los datos que se registran en sus procesos, son resguardados y administrados por el Centro de Informática de la Universidad de La Serena (CICULS). Sin embargo, los datos e información le pertenecen a la Unidad de Registro Académico.

Registro Académico cuenta con un área de TI, con la que se apoya en la generación de información para responder a los distintos requerimientos de las otras unidades de la Universidad.



Actualmente, existen unidades que realizan análisis de información a nivel institucional, generando reportes con algunos indicadores de estados académicos, estos informes se realizan una vez que se ha concluido un semestre, siendo demasiado tarde para tomar acciones que ayuden a los estudiantes a no tener que abandonar sus estudios por motivos académicos.

Por otra parte, cabe mencionar que la Universidad de La Serena, en su Plan Estratégico de desarrollo (2016-2020), se ha planteado como desafío en el área de Docencia de Pregrado contar con procedimientos, mecanismos e instrumentos que permitan el monitoreo, alertas tempranas y evaluación de los avances e impactos logrados a nivel de procesos de enseñanza aprendizaje, con el fin de mejorar progresivamente los índices de calidad. Todo esto también alineado con las obligaciones que imponen los procesos de acreditación a los que está sometida la institución y las carreras.

1.2 Enfoque de la Solución

A partir de lo anteriormente señalado, surge la necesidad de generar un Sistema de Alerta Temprana que pueda entregar información clave, durante el semestre en curso, acerca del rendimiento de los estudiantes con riesgo académico y que permita generar mecanismos de apoyo, fortaleciendo la retención universitaria.

Con la presente tesina se logra implementar una solución de Business Intelligence (BI), para generar este Sistema de Alerta Temprana que apoye la toma de decisiones orientada a mitigar los riesgos académicos de los estudiantes de la Universidad de La Serena. Las soluciones BI proveen de técnicas y herramientas especializadas en el análisis de información, con ventajas tanto en la manipulación como en la presentación, por lo que la solución principalmente está conformada por el diseño de rutinas ETL para extraer información desde las fuentes oficiales, la implementación de un Data Mart que facilite el acceso, y el diseño y desarrollo de un Dashboard orientado a la presentación de la información.

Esta solución obtiene información desde distintas fuentes, una de las principales es la Base de Datos Institucional, que se complementa con los datos de análisis previos que posee la Unidad de Registro Académico. Se registran en un almacén de datos (Data Mart), desde el cual se puede obtener la información de manera eficiente sin intervenir en los procesos propios de los sistemas transaccionales de la Institución.

Desde la información histórica se identifican, califican y evalúan las variables que permitan catalogar a los estudiantes según distintos niveles de riesgo académico. Esta segmentación de la información permite definir perfiles de estudiantes que están más propensos a retirarse de la Universidad.

Se genera un tablero de control (Dashboard), en el cual se puede identificar durante el semestre en curso, a los alumnos que posean un nivel de riesgo académico alto, incluyendo su comportamiento según sus calificaciones parciales y registros de asistencia a clases. Estas situaciones deberán ser informadas a los respectivos Jefes de Carrera, encargados de la gestión y el avance curricular de sus alumnos, para que puedan tomar medidas de mitigación.

1.3 Objetivo General

Desarrollar un sistema de alerta temprana basado en BI, para identificar a los estudiantes que están en riesgo de ser eliminados de la Universidad de La Serena en un semestre en curso, de tal manera que los Jefes de Carrera cuenten con una herramienta para que de forma oportuna puedan definir acciones de apoyo, y en el largo plazo, mejorar las tasas de retención de la Institución.

1.4 Objetivos Específicos

1. Determinar una clasificación del nivel de riesgo académico, según análisis de variables y perfil académico de los alumnos que han sido eliminados en los últimos 3 años, de tal manera de generar indicadores de alerta para ser aplicados en la detección de futuros estudiantes con riesgo académico.



2. Detectar y clasificar a los estudiantes regulares según el nivel de riesgo académico al cual pertenecen, destacando aquellos estudiantes con el nivel de riesgo mayor para generar un seguimiento durante el semestre mediante indicadores de alerta.
3. Validar que el sistema de alerta temprana desarrollado permite a los Jefes de Carrera mejorar los tiempos que invierten en detectar alumnos en riesgo académico.

1.5 Hipótesis del Trabajo

La implementación de una solución de Business Intelligence será capaz de proveer información integral de la situación académica de estudiantes, en menor tiempo. Con esto, los Jefes de Carrera podrán tomar acciones más rápidas ante posibles casos de retiros por causales académicas que se detecten o presenten en la Universidad de La Serena.

1.6 Metodología de Validación de la Hipótesis

La validación de la hipótesis se realiza desarrollando un Dashboard, basado en un Data Mart, que permita a los Jefes de Carrera visualizar alertas de alumnos en riesgo académico durante el semestre en curso. Estas alertas serán generadas considerando perfiles obtenidos de alumnos eliminados de la institución en los últimos 3 años. Para realizar la validación del proyecto se efectúa un *focus group* con un grupo de Jefes de Carrera y profesionales de la educación.

1.7 Beneficios Esperados

Con la realización de esta solución se espera reducir los tiempos en la detección de alumnos con riesgo, mejorando el seguimiento de ellos. La Universidad de La Serena actualmente cuenta con programas ministeriales de apoyo y acompañamiento a estudiantes, estos programas señalan en sus términos de referencia la exigencia de realizar monitoreo y seguimiento de los estudiantes que participan en ellos, de esta manera esta solución brindará también una respuesta adecuada para esos programas.

1.8 Estructura del Trabajo

A continuación, se detallan los seis capítulos que componen este trabajo:

1. **Introducción:** Se contextualiza el problema abordado por esta tesina y el enfoque de la solución propuesta en el contexto de la Universidad de La Serena. Además, se plantean los objetivos, la hipótesis del trabajo, su mecanismo de validación y los posibles beneficios que se pueden obtener al desarrollar el proyecto.
2. **Marco Teórico:** Se abordan y detallan los conceptos fundamentales del tema; como estado del arte se analizan algunas soluciones similares encontradas en la literatura que se asemejan a lo planteado en este proyecto de tesina.
3. **Desarrollo:** Se identifica y define la solución propuesta, para posteriormente detallar la ejecución de la misma. La ejecución de la propuesta comienza con un análisis preliminar de los alumnos que han sido eliminados por rendimiento, luego se aplica sobre los alumnos regulares del primer semestre 2018, posteriormente se implementa un almacén de datos para la solución, concluyendo con el diseño e implementación del Dashboard final para la muestra de los resultados obtenidos.
4. **Análisis y Validación:** Se realiza un análisis general de la propuesta y los posibles escenarios de validación con la utilización de instrumentos especialmente desarrollados para el proyecto.
5. **Conclusiones:** Análisis de los resultados obtenidos en la validación del proyecto.
6. **Referencias:** Literatura, papers, sitios web y libros que fueron consultados en la elaboración de este trabajo.



2 Marco Teórico

2.1 Conceptos Fundamentales

2.1.1 Rendimiento Académico

Al estudiar el rendimiento académico, se detectan diversas denominaciones como: aptitud escolar, desempeño académico o rendimiento escolar; en general estas distinciones son básicamente semánticas y no representan necesariamente diferencias significativas [1].

Los estudios de rendimiento académico en la educación superior se vuelven relevantes como una forma de situar los avances vertiginosos del conocimiento, la fluidez de la información y los cambios acelerados en las estructuras sociales. En este marco el concepto de retención estudiantil también cobra relevancia para la presente tesina, como una variable que se refiere a la capacidad de una institución para mantener a los estudiantes de un año a otro [2]. Cuando se plantea el rendimiento académico, se deben mirar los factores asociados a riesgo académico que, en el marco de las instituciones de educación superior chilenas, se define como la situación en que el estudiante corre el riesgo de ser dado de baja académicamente, es decir, se está en riesgo de no poder continuar en la universidad debido al incumplimiento de lo establecido en el régimen de estudio vigente [3].

En relación a lo señalado anteriormente, el desafío de la calidad en la educación superior, según lo señalado en un estudio realizado por Garbanzo [4], plantea que a partir de los cuestionamientos que se le hacen al sector público en cuanto a la relación costo-beneficio social, surge un gran interés por los resultados académicos de parte de las autoridades, con la finalidad de que estos resultados sean una herramienta sólida que permita construir indicadores que orienten a la toma de decisiones en la educación superior.

2.1.2 Retención Estudiantil

Existen diversas definiciones para este concepto, sin embargo, la teoría de retención de estudiantes que expuso el autor Vincent Tinto [5] en los años 70 es una de las más aceptadas por la comunidad académica.

Tinto introduce el concepto de persistencia de los estudiantes, diferenciándolo del concepto de retención. Para Tinto *la retención estudiantil se refiere a la capacidad de la institución para mantener a los estudiantes de un año a otro*. El concepto de *persistencia lo define como la habilidad de un estudiante o su motivación para alcanzar sus propias metas académicas* [6].

Según estas definiciones, la retención estudiantil es de responsabilidad de la institución y la persistencia es responsabilidad del estudiante. Además, la teoría de Tinto establece que los estudiantes entran a la universidad con variadas características individuales que incluyen la familia y las características de trasfondo comunitario, atributos individuales, habilidades, recursos financieros, la disposición y la experiencia educativa en la escuela. Propone que eventos externos relacionados con las variables de entradas de los estudiantes pueden influir indirectamente en la salida debido al impacto de la integración social y académica.

El sistema propuesto es el primer paso para generar un sistema de monitoreo de los estudiantes e integrar paulatinamente variables que puedan entregar información valiosa a los jefes de carrera que les ayude en la toma de decisiones en beneficio de los estudiantes, de esta manera apoyar a la retención estudiantil de la institución.

2.1.3 Sistema de Alerta Temprana

Por otra parte, también existen propuestas de diseño e implementación de un sistema de alerta temprana que permita detectar amenazas y oportunidades antes de su materialización, a través de la representación cualitativa y cuantitativa de información [7]. Estos sistemas requieren que los datos sean actualizados de manera continua,



entre los cuales se cuenta con el registro de eventos. El sistema de alerta temprana será parte de la aplicación de una estrategia de Inteligencia de Negocio, el cual se entiende como un proceso interactivo para explorar y analizar información estructurada sobre un área, normalmente la información está almacenada en un Data Warehouse, para descubrir tendencias o patrones, a partir de los cuales derivar ideas y extraer conclusiones [8]. Para generar este sistema se deben considerar los indicadores claves de riesgo académico, que se definen como una serie de medidas que indican la posible presencia, el nivel y la tenencia de un riesgo. Son utilizados como señales que permiten determinar acciones a emprender [9]. El Ministerio de Educación establece que son la expresión de una variable, por lo tanto, dan indicios, señales, rasgos, que permiten confirmar y advertir de niveles alcanzados en relación con un objetivo planteado.

2.2 Inteligencia de Negocios y Estado de Arte

2.2.1 Definiciones BI

Se entiende por Inteligencia de Negocios al conjunto de metodologías, aplicaciones, prácticas y capacidades enfocadas en la creación y administración de la información que permite tomar mejores decisiones a los usuarios de una organización.

La Inteligencia de Negocios (BI), se centra en el análisis de datos estructurados y relacionados que se obtienen desde distintas fuentes. Es así como mediante la utilización de herramientas de BI se puede analizar, estructurar y catalogar información, además de poder visualizarla de manera oportuna y clara.

Los principales elementos que conforman la aplicación de BI son:

- **Data Warehouse:** Un Data Warehouse (DW) es una colección de datos integrados, temáticos, no volátiles y variantes en el tiempo, organizados para soportar necesidades empresariales orientadas a la toma de decisiones (Inmon¹). Se trata de una base de datos pensada para almacenar y procesar un gran volumen de datos, integrando información de distintas fuentes, todo ello en una única plataforma, que permita distribuir la información para su análisis y exploración.
- **Data Marts:** Son un subconjunto de datos que representan áreas o sectores específicos del negocio. Los datos existentes en este contexto son agrupados, explorados y programados de múltiples formas para que distintos grupos de usuarios puedan acceder a ellos.

Existen dos tendencias sobre los DW y los Data Mart.

Una de ellas es la expuesta por Inmon, en donde define un Data Mart como un subconjunto lógico (vista) o un subconjunto físico (extracto) de un almacén de datos más grande. Con esta definición plantea una metodología descendente (top down) a la hora de diseñar un almacén de datos, ya que de esta forma se considerarán mejor todos los datos corporativos, donde los Data Mart se crearán después de haber terminado el DW completo de la organización.

La otra metodología es la que defiende Kimball², que determinó que un almacén de datos no era más que “la unión de todos los Data Marts de una organización”. Defiende una metodología ascendente (bottom up) a la hora de diseñar un almacén de datos.

En síntesis, se puede decir que los Data Marts son pequeños DW centrados en un tema o un área de negocios específica dentro de la organización.

¹ William H. Inmon es un científico informático estadounidense, reconocido por muchos como el padre del almacén de datos.

² Ralph Kimball es un autor en el tema de almacenamiento de datos e inteligencia de negocios. Es uno de los arquitectos originales del almacenamiento de datos.

- **Procesos ETL (Extract, Transform, Load):** Son los procesos de tratamiento de la información desde las diferentes fuentes de datos para poder alimentar el DW con información de calidad. En el contexto empresarial se habla de una tecnología de integración de datos capaz de proporcionar una visión única de todos los datos del negocio, se encuentren donde se encuentren.

Definiendo formalmente el concepto, se entiende por **integración de datos** al conjunto de aplicaciones, productos, técnicas y tecnologías que permiten dar una visión única consistente de los datos del negocio.

ETL permite extraer datos del entorno origen, transformarlos según las necesidades de negocio para integrarlos y cargarlos en los entornos de destino. Los entornos de origen y destino, son usualmente bases de datos y/o ficheros u otras fuentes estructuradas, semiestructuradas o no estructuradas, como se visualiza en Figura 1.

- **Dashboard:** En el análisis digital son interfaces de usuario o páginas Web que ofrecen un resumen actual, generalmente en forma gráfica y de fácil lectura, de información clave relacionada con el progreso y el rendimiento de una organización o empresa.

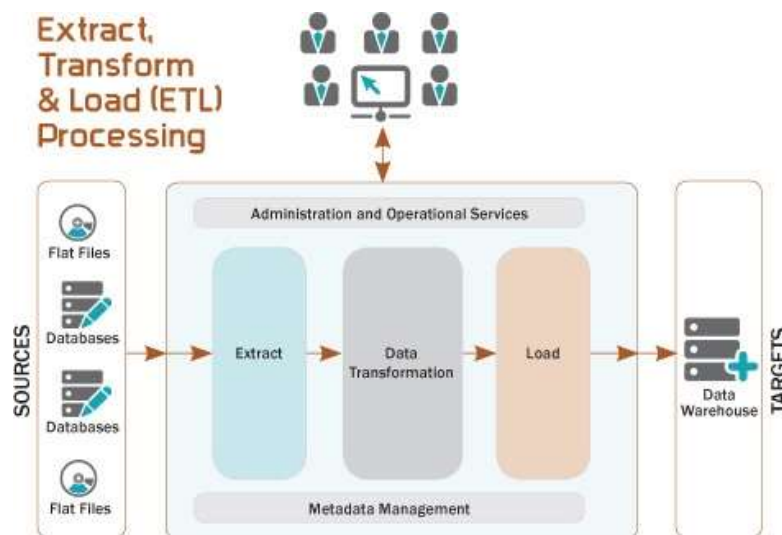


Figura 1. Funcionalidad básica de ETL.

Fuente: Libro de “Introducción al Business Intelligence” de Josep Curto.

2.2.2 Ciclo de Vida de un proyecto BI

Para el desarrollo de esta tesina se considera la metodología planteada por Ralph Kimball[10], dado que se adapta mejor a la solución buscada donde se requiere un solo Data Mart para enfrentar un tema específico, esto es el riesgo académico de los estudiantes. A continuación, se describirá con más detalles las etapas que propone Kimball para llevar a cabo un proyecto de BI, de tal manera que sea una guía para el desarrollo mismo de la tesina.

La metodología resalta una tarea central correspondiente a la definición de los requerimientos. Los requerimientos del negocio son el soporte inicial de otras etapas que están organizadas en tres rutas diferentes:

1. Tecnología. Implica etapas relacionadas con software específico.
2. Datos. Orientada al diseño e implementación del modelo dimensional, y del desarrollo del proceso de Extracción, Transformación y Carga en el DW.
3. Aplicaciones de Inteligencia de Negocios. Implica las tareas relacionadas con el desarrollo de aplicaciones de negocios para usuarios finales.

Las etapas relacionadas con esta metodología se ilustran en la Figura 2.

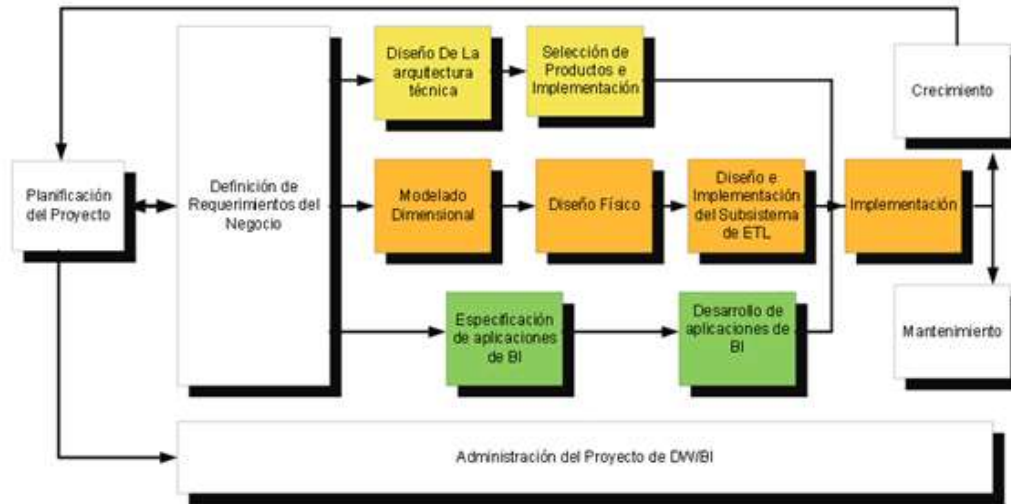


Figura 2. Metodología Ciclo de Vida de Ralph Kimball DW/BI.
Fuente: Kimball et al 98, 08, Mundy & Thornthwaite 06

Las principales etapas de la metodología consisten en:

- **Planificación del Proyecto:** Es el inicio de esta metodología centrado en planificar el proyecto, determinar su alcance y justificarlo, además en esta fase se determina la dotación de personal que podría participar en él.
- **Requisitos del Negocio:** Es una etapa clave en el ciclo de vida Kimball, de estos hallazgos se pueden dirigir la mayoría de las decisiones que permitan una buena orientación del proyecto. Al recoger estas necesidades se determina qué factores son claves para el negocio, identificando las oportunidades más significativas para el proyecto. Considerando esto para el caso de la Universidad se tiene que los factores claves son la detección temprana de alumnos con riesgo académico, el monitoreo y seguimiento de los aspectos académicos generados durante el semestre, y cuyos registros son entregados por los académicos que imparten las asignaturas. Según las necesidades recopiladas en esta fase, se definen las etapas relacionadas a las tres rutas del ciclo de vida.
- **Ruta de la Tecnología:** Las etapas que componen esta ruta se encargan de la integración de numerosas tecnologías, almacenes de datos y acceso a ellos. En estas etapas se determinó la utilización de algunos productos y servicios que pudiesen dar viabilidad a la solución propuesta. Esta ruta se puede identificar en la figura 2 por las etapas resaltadas en amarillo y que están en la parte superior del esquema.
- **Ruta de los Datos:** Esta ruta comienza con el diseño del modelo dimensional que pueda dar respuesta a las necesidades de negocio previamente definidas. Con independencia de la plataforma, los modelos dimensionales tienen como objetivos simultáneos: la facilidad de uso desde la perspectiva de los usuarios y la rapidez en la realización de la consulta. El modelo dimensional se convierte el modelo físico para dar paso a las etapas relacionadas con la extracción, transformación y carga de datos al DW (o Data Mart).
- **Ruta de la Inteligencia de Negocios:** En proyectos con equipos de trabajo, mientras que algunos miembros de proyectos están inmersos en la tecnología y los datos, otros se centran en identificar y construir una amplia variedad de aplicaciones BI. En este proyecto de tesina en particular, se construyeron variados tableros de control que permiten contar con información importante a la hora de tomar decisiones por parte de los Jefes de Carrera.
- **Implementación y Mantenimiento:** Las tres rutas del ciclo de vida tienen una convergencia en común, reuniendo la tecnología, los datos y las aplicaciones BI.



En el desarrollo del proyecto se han realizado variadas iteraciones entre las fases del ciclo de vida, estas iteraciones han permitido lograr un diseño y modelamiento del almacén de datos completamente optimizado para el objetivo que se espera lograr con la ejecución del proyecto.

2.2.3 Estado del Arte

Diversos estudios muestran el uso de BI para analizar el comportamiento académico de los estudiantes. Por ejemplo, “El Business Intelligence aplicado al análisis prospectivo del desempeño académico”, coordinado por la Universidad Nacional Autónoma de México [11], muestra cómo mediante la implementación de Dashboard, se logró establecer relaciones entre múltiples variables de entrada permitiendo un análisis más específico orientado al interés de los tomadores de decisiones.

El rendimiento académico de estudiantes universitarios siempre ha sido un elemento de análisis en distintos contextos, como indicador predictivo previo al ingreso de estudiantes a la educación superior, como uno de los factores que explica la deserción de estudiantes o asociado a otros factores como antecedentes sociales, buscando explicar algún comportamiento [12].

La importancia de estudiar el rendimiento académico tiene que ver con lo señalado por Tejedor [13] que alude a que la problemática del bajo rendimiento académico universitario constituye un grave problema social, con importantes repercusiones personales y familiares. Un segundo elemento que avala su importancia es que el rendimiento académico es una de las causas determinantes de la deserción en estudiantes de primer año, sumado a problemas vocacionales y la situación económica de sus familias, como se menciona en estudios del Centro de Microdatos de la Universidad de Chile [14]. También se plantea que el rendimiento académico es un indicador fundamental de la calidad del sistema universitario [15].

En función de lo anteriormente indicado, se observa que el rendimiento académico es uno de los factores que influyen en la retención estudiantil, pero no se cuenta generalmente con el dato exacto de cuántos estudiantes abandonan sus estudios voluntariamente por esta causa. Sin embargo, en los distintos reglamentos de régimen de estudios se establece formalmente la eliminación de la institución por rendimiento académico, cuyo registro si es posible utilizar como indicador y medida delimitadora.

La Oficina de Planificación y Estudios de la Universidad de La Serena, al principio de cada año académico entrega a cada unidad académica, el estudio institucional detallado de los procesos académicos del año anterior. De esta manera se obtienen indicadores del avance curricular, permanencia, deserción y titulación oportuna de las distintas carreras de la Universidad, si bien esta información contribuye en obtener una mirada de los resultados académicos obtenidos por los estudiantes, las acciones remediales que se logran implementar sólo podrán mostrar su eficacia recién al comienzo del próximo año académico.

3 Propuesta de Solución

3.1 Contexto de la Solución

A continuación, se identifican las bases para el desarrollo de la solución planteada y se definen los principales elementos que permiten lograr la implementación del proyecto.

Se requiere conocer el **Perfil Académico de los Alumnos** que han sido eliminados por rendimiento de la institución, teniendo en consideración la diversidad de carreras que se dictan, las cuales pertenecen a áreas como Ingeniería, Ciencias, Humanidades y Ciencias Sociales y Económicas. Si bien se cuenta con un reglamento que establece los criterios para determinar la eliminación por rendimiento, los alumnos que caen en esta condición poseen un perfil distinto acorde a su carrera. De esta manera para contar con esta información, se evalúan los casos de alumnos eliminados en los últimos 3 años. Todos los movimientos académicos de los estudiantes son registrados en PTDI, desde la inscripción de asignaturas, registro de notas parciales y el ingreso de asistencia por parte de los académicos, como también las distintas solicitudes que los estudiantes realizan como: Solicitudes de Postergación de Estudios, Suspensión de Estudios, Renuncias a la Carrera, Renuncia de



Asignaturas, Inscripción de Asignaturas sin Prerrequisitos, Reincorporación por Abandono y Reincorporación por Eliminación Reglamento de Régimen de Estudios (RRE).

La información detallada anteriormente se encuentra almacenada en las bases de datos institucionales desde el año 2009 a la fecha, anterior a esta fecha la mayoría de los registros son físicos.

Las regulaciones del criterio de eliminación están establecidas en dos documentos oficiales:

1. **Reglamento de Régimen de Estudios:** Este reglamento fue decretado el año 2010. Tiene como norma establecer las disposiciones generales referidas a la administración de programas de estudios de pregrado, postgrado y postítulo. Regulando la selección, ingreso, permanencia, promoción, titulación y graduación de los estudiantes.

Su propósito es descentralizar la toma de decisiones estableciendo normas específicas para los actores encargados de la administración curricular de los programas de estudios. Es así como se establecen los criterios base para determinar la eliminación por rendimiento y se determinan los comités de apelaciones para regular la excepcionalidad de los casos.

La eliminación por rendimiento está definida en los siguientes artículos:

- **Artículo 52°:** El estudiante que repruebe una asignatura podrá cursarla en segunda oportunidad. Si fuese reprobado nuevamente, quedará automáticamente eliminado de la Universidad. No obstante, lo anterior, tendrá derecho excepcionalmente a cursar una asignatura en tercera oportunidad.
- **Artículo 53°:** Si un estudiante se viese obligado a cursar más de una asignatura reprobada, la Dirección de Escuela definirá la carga admisible que pudiese tener, aplicando los criterios definidos por cada Facultad.

2. **Modificación Artículo 52 del RRE:** En el año 2017 se decretó la modificación al artículo 52 del reglamento con la finalidad de regular la excepcionalidad y profundizar los temas referentes a criterios, plazos, procedimientos, apelaciones, situaciones y actores involucrados en la resolución de estas solicitudes.

El procedimiento de apelación a la eliminación por rendimiento tiene los siguientes pasos:

- a. El alumno eliminado realiza la solicitud mediante la plataforma PTDI.
- b. El Jefe de Carrera recepciona la solicitud, comenta el caso y deriva al Comité de Apelaciones de la Facultad.
- c. Comité de Apelaciones de la Facultad realiza la recepción del caso, lo sesiona y toma la decisión de aprobar o rechazar la solicitud mediante votación de sus integrantes.
- d. Si la solicitud es rechazada por el Comité de Facultad, el estudiante puede presentar una apelación como una última instancia a la Dirección de Docencia.
- e. El Comité de Apelaciones de la Dirección de Docencia, es la última instancia y es de carácter inapelable. Al igual que el comité de Facultad las decisiones son mediante votación de sus integrantes.

Este reglamento establece los criterios de la excepcionalidad en caso de que el alumno solicite su reincorporación por eliminación. El alumno podría cursar hasta solo tres asignaturas por tercera oportunidad, y en casos muy excepcionales, optar a la posibilidad de cursar una asignatura en cuarta oportunidad. Además, cada comité posee su propio reglamento interno para definir los criterios de aceptación en cada caso que analizan.

Otro elemento importante de tener en cuenta son las **denominadas Alertas Tempranas de Seguimiento y Monitoreo**. Los Jefes de Carrera son los encargados de monitorear el avance curricular de sus estudiantes, actualmente los movimientos académicos se registran en la plataforma PTDI, donde pueden acceder a información detallada de ellos. Sin embargo, cuando la cantidad de alumnos es considerablemente alta, esta tarea se dificulta y se hace totalmente necesaria la incorporación de herramientas que permitan ayudar a los directores en este monitoreo.

Cada vez se hace más necesario obtener información a tiempo sobre alguna situación que esté afectando a los estudiantes y de esta manera poder realizar derivaciones pertinentes para prestar el apoyo oportuno. Las alertas tempranas, seguimiento y monitoreo no son sólo necesarias para el Jefe de Carrera sino también para los distintos programas de acompañamiento que tiene la Institución, de tal manera que implementar una solución basada en BI que permite adecuar información de manera más dinámica tiene un amplio impacto en la organización.

3.2 Metodología de Desarrollo de la Solución

Teniendo en cuenta el Ciclo de Vida de Kimbal para el proyecto, y el contexto del problema a solucionar con esta tesina, se han definido las siguientes etapas para guiar la implementación de la solución:

- Análisis de los Alumnos Eliminados de la Institución en los últimos años (2015, 2016 y 2017), mediante este análisis se obtiene el Perfil Académico del Alumno eliminado según cada carrera. La diferenciación del análisis por carrera tiene que ver con la diversidad de sus estudiantes y la dificultad académica propia a de cada una de ellas.
- Determinación de Nivel de Riesgo por carrera, permite clasificar a los alumnos regulares según su evaluación de riesgo pudiendo de esta manera segmentar la información y focalizar la atención en grupos específicos de estudiantes.
- Diseño e implementación de un Data Mart de Riesgo Académico que permita ser cargado con datos obtenidos desde las bases de datos institucionales, para luego utilizarlo con herramientas BI en el análisis de información.
- Diseño y Desarrollo de un Dashboard por carrera que permita sintetizar la información referente a riesgo académico para ser utilizado por los Jefes de Carrera.

En la Figura 3, se sintetiza el diseño del proyecto y los flujos de datos que lo componen. En primer lugar, se obtienen los datos desde la base de datos institucional los cuales pasan por un proceso de extracción, transformación y carga de la información, uno de los aspectos importantes de este proceso es la incorporación de los niveles de riesgo académicos de los estudiantes. Concluido el proceso ETL se procede a cargar el Data Mart de Riesgo Académico sobre el cual se diseñó un Dashboard de alertas tempranas que se actualiza una vez realizada la carga de datos. Las tareas relacionadas en la ejecución del proyecto están determinadas por el ciclo de vida utilizado y la conjugación de las tres rutas definidas en él, Tecnología, Datos e Inteligencia de Negocios.

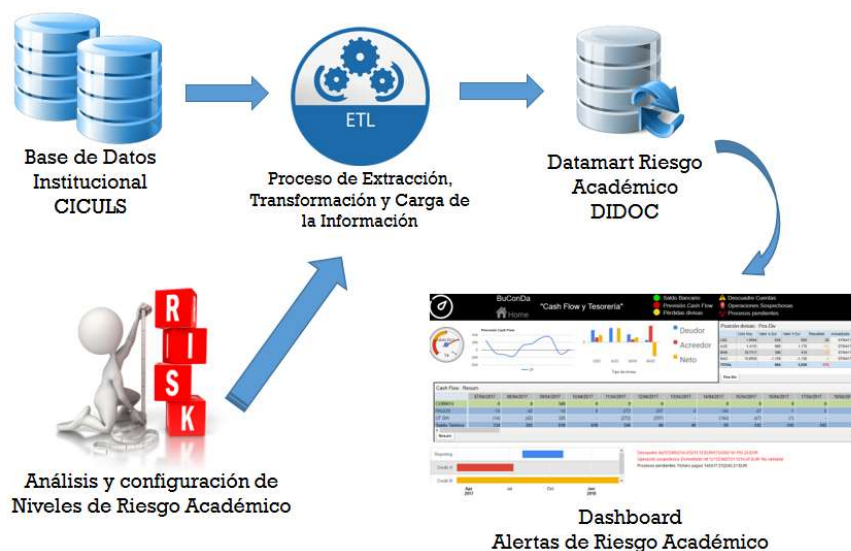


Figura 3. Modelo de Sistema de Alerta Temprana de Riesgo Académico propuesto.

Fuente: Elaboración propia.



3.3 Ejecución de la Solución

3.3.1 Análisis de los Alumnos Eliminados

A partir de la información revisada con los datos obtenidos en Registro Académico, se puede evidenciar que en los últimos tres años ha existido un alza considerable en la cantidad de alumnos eliminados por rendimiento cada semestre (Figura 4). En los gráficos (Figuras 5 y 6) se observa que la facultad con más alumnos en esta condición es la de Ingeniería y las carreras que lideran este tipo de deserción son las Ingenierías en Ejecución Mecánica, Ingeniería en Ejecución en Minas y en tercer lugar la carrera de Ingeniería en Construcción.



Figura 4. Cantidad de Alumnos Eliminados por Rendimiento 2015-2017.
Fuente: Elaboración propia.

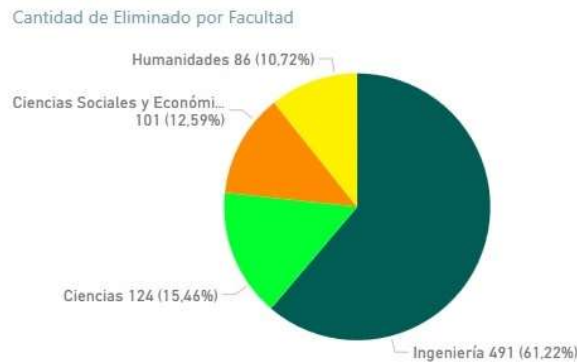


Figura 5. Distribución de Alumnos Eliminados por Rendimiento en 2015-2017 por Facultad.
Fuente: Elaboración propia.

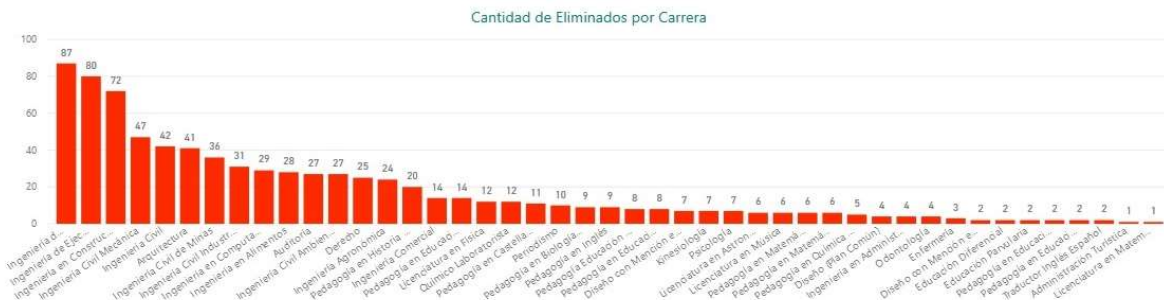


Figura 6. Distribución de Alumnos Eliminados por Rendimiento en 2015-2017 por Carrera.
Fuente: Elaboración propia.



Esta etapa es parte del primer objetivo de este trabajo, se ha realizado el análisis de los alumnos eliminados por rendimiento académico de la Universidad de La Serena en los últimos tres años. De esta forma, se ha logrado obtener un perfil académico de grupos de alumnos por carrera utilizando variables cuantitativas obtenidas desde las bases de datos institucionales.

La muestra de este estudio considera 802 casos de alumnos eliminados en los años 2015, 2016 y 2017 pertenecientes a las distintas carreras de la Universidad. Con la consolidación de los datos se obtiene el perfil académico por carrera considerando las variables referentes a opciones de asignaturas cursadas, promedio simple, nivel de avance en los respectivos planes de estudios y semestres cursados en la institución.

Tabla 1. Resultado por carrera del Perfil de Alumnos eliminados según variables del análisis entre años 2015-2017.

Código	Nombre Carrera	Nivel	Asignaturas					Promedio	Matriculas
			I2	I3	I4	H3	H4		
2515	Arquitectura	4	1	1	1	1	0	3.8	10
2561	Auditoría	2	2	3	1	1	0	3.4	6
2570	Derecho	2	3	3	0	0	0	3.2	4
2566	Diseño	3	3	2	1	0	0	3.3	7
2552	Educación Diferencial	5	3	1	1	2	1	3.7	16
2550	Educación Parvularia	3	2	2	2	2	2	3.2	11
2533	Enfermería	3	3	1	0	0	0	3.0	6
2531	Ingeniería Agronómica	1	1	4	1	0	0	3.0	4
2504	Ingeniería Civil	3	1	1	1	1	0	3.1	4
2505	Ingeniería Civil Ambiental	3	1	1	1	1	0	3.3	5
2503	Ingeniería Civil de Minas	4	1	1	1	1	0	3.6	6
2501	Ingeniería Civil Industrial	3	1	1	1	1	0	3.4	5
2502	Ingeniería Civil Mecánica	3	1	1	1	1	0	3.2	4
2567	Ingeniería Comercial	3	3	2	1	1	0	3.7	7
2512	Ingeniería de Ejecución en Mecánica	2	1	1	1	1	0	3.0	4
2513	Ingeniería de Ejecución en Minas	3	1	1	1	1	0	3.1	4
2569	Ingeniería en Administración de Empresas	2	2	1	0	1	0	3.8	5
2514	Ingeniería en Alimentos	2	1	1	1	1	1	3.4	6
2534	Ingeniería en Computación	2	0	1	1	0	0	2.8	5
2510	Ingeniería en Construcción	2	1	1	1	1	0	3.2	5
2537	Kinesiología	3	2	3	1	0	0	3.4	5
2528	Licenciatura en Astronomía	2	1	2	0	0	0	3.3	4
2527	Licenciatura en Física	2	1	2	1	0	0	2.7	4
2520	Licenciatura en Matemáticas	1	1	2	0	0	0	2.8	2
2546	Licenciatura en Música	2	2	1	0	0	0	3.4	8
2536	Odontología	3	2	1	1	1	0	3.9	7
2552	Pedagogía Educación Diferencial	2	3	2	1	0	0	3.5	5
2524	Pedagogía en Biología y Ciencias Naturales	3	1	3	1	0	0	3.6	6
2541	Pedagogía en Castellano y Filosofía	2	2	3	1	0	0	3.2	5
2551	Pedagogía en Educación General Básica	3	3	2	1	0	0	4.0	6
2553	Pedagogía en Educación General Básica (Ovalle)	2	2	4	2	1	0	3.7	5
2544	Pedagogía en Educación Musical	3	3	2	1	1	1	3.9	9
2550	Pedagogía en Educación Parvularia	2	3	4	0	0	0	3.2	4
2542	Pedagogía en Historia y Geografía	2	3	3	1	1	0	3.6	6
2543	Pedagogía en Inglés	4	1	2	1	1	0	3.6	9
2521	Pedagogía en Matemáticas y Computación	3	1	3	1	0	0	3.6	5
2525	Pedagogía en Matemáticas y Física	4	2	3	0	1	0	3.3	9
2526	Pedagogía en Química y Ciencias Naturales	2	2	3	1	2	0	2.8	6
2565	Periodismo	3	3	3	0	1	0	3.4	5
2564	Psicología	2	3	1	2	0	0	3.3	8
2530	Químico Laboratorista	3	1	1	1	1	0	3.4	8
2563	Traductor Inglés Español	4	2	3	0	0	0	3.6	6
		3						3.4	



Con la información consolidada por carrera y utilizando las variables registradas se establece una fórmula para definir un nivel de riesgo académico por carrera, respetando la diversidad de sus estudiantes y la complejidad propia de cada una de ellas.

Las variables utilizadas para esta fórmula se han clasificado en tres grupos de riesgo cuantificables, los cuales en su conjunto forman parte de la fórmula de riesgo académico final:

- 1. Oportunidades de Rendición (OR):** Este grupo de variables son las que tienen mayor relevancia en la eliminación de alumnos por rendimiento académico en la Universidad de La Serena, los valores establecidos para estas variables están determinados en el Reglamento de Régimen de Estudios y en el Decreto que modifica y detalla el Artículo 52, que reglamenta las excepciones para los casos de alumnos eliminados por rendimiento.

Las variables utilizadas para realizar este cálculo son:

- a. Asignaturas Históricas Aprobadas por 3ra Opción (H3)
- b. Asignaturas Históricas Aprobadas por 4ta Opción (H4)
- c. Asignaturas Inscritas por 2da Opción (I2)
- d. Asignaturas Inscritas por 3ra Opción (I3)
- e. Asignaturas Inscritas por 4ta Opción (I4)

$$OR = [(1 + (0.3 * H3 + 0.4 * H4)) * (1 + (0.2 * I2 + 0.3 * I3 + 0.4 * I4))] - 1$$

Esta fórmula OR, considera la relación que hay entre las oportunidades inscritas en el semestre con las oportunidades de asignaturas aprobadas históricamente en el transcurso de la carrera. Además, se considera un peso determinado por el tipo de oportunidad segunda, tercera o cuarta, castigando la de oportunidad más alta, estas variables utilizadas son causales de eliminación por rendimiento.

- 2. Promedio Simple (PS):** El promedio simple es la media de las calificaciones que los estudiantes rinden en la medida que avanzan en sus determinadas carreras. Este promedio por sí sólo no determina Riesgo de Eliminación, sin embargo, puede determinar cierta tendencia del perfil académico que posee el estudiante. La forma de utilizarlo es determinando la distancia entre la calificación máxima que se pueda obtener y el PS de cada estudiante.

$$PS = [1 - |NotaMaxima - PromedioSimple|]$$

- 3. Nivel de Avance (NA):** El nivel de avance determina los semestres de retraso que tiene cada estudiante, al igual que el PS no determina directamente Riesgo de Eliminación, pero proporciona información sobre el Perfil del Alumno eliminado. De esta manera se utiliza comparando el nivel académico actual del estudiante con respecto a la cantidad de semestres cursados en la institución.

$$NA = [1 - |SemestresCursados - NivelAlumno|]$$

La fórmula final de Riesgo Académico se compone por los tres grupos de variables definidos anteriormente y otorgando factores de peso según el grado de predicción de alumnos con perfil de ser eliminados por rendimiento.

$$RiesgoAcademico = \alpha OR + \beta PS + \gamma NA$$

3.3.2 Determinación de Nivel de Riesgo por Carrera

Con el análisis inicial de datos académicos pertenecientes a alumnos eliminados por rendimiento en los últimos tres años, se han establecido los siguientes porcentajes de relevancia:

- $\alpha = 70\%$ (Oportunidades)
- $\beta = 10\%$ (Promedio Simple Acumulado)
- $\gamma = 20\%$ (Nivel de Avance)



La distribución de los porcentajes de relevancia, se establecen según los hallazgos encontrados en el análisis de los perfiles académicos de alumnos eliminados. Las Oportunidades en que se cursan las asignaturas son las variables más representativas como indicadores de eliminación, ya que están establecidas en el Reglamento de Régimen de Estudios, sin embargo, el Promedio Simple Acumulado, no es determinante para identificar si un alumno está en riesgo de ser eliminado, pero al tratarse de calificaciones es una variable objetiva de rendimiento, por lo que se le considera de todas formas con un peso menor. Por otra parte, se detecta una variable que es más significativa que el promedio y que pudiese entregar información sobre riesgo de eliminación, es el caso del Nivel de Avance del alumno según los semestres cursados. De esta forma se establecieron los porcentajes de relevancia para ajustar la fórmula de riesgo académico.

Utilizando la fórmula de Riesgo Académico, se definieron tres niveles de riesgo por carrera:

1. **Bajo:** Nivel obtenido mediante la simulación del estado de eliminación en primera instancia, según lo establecido en el Reglamento de Régimen de Estudio.
2. **Medio:** Nivel obtenido mediante el perfil académico por carrera de alumnos eliminados en años anteriores.
3. **Alto:** Nivel obtenido mediante la simulación del estado de eliminación en última instancia, según lo establecido en la modificación del Artículo 52 del Régimen de Estudios.

Con la aplicación de esta fórmula se puede:

Detectar y clasificar a los estudiantes regulares³ según el nivel de riesgo académico al cual pertenecen, destacando aquellos estudiantes con el nivel de riesgo mayor para generar un seguimiento focalizado durante el semestre en curso mediante indicadores de alerta.

En una aplicación inicial sobre una población de 5370 alumnos regulares del primer semestre 2018 (figura N° 7), se detectaron:

- 599 Alumnos con Riesgo Académico Bajo
- 224 Alumnos con Riesgo Académico Medio
- 134 Alumnos con Riesgo Académico Alto

En conclusión, se ha identificado una población de 17,94% de alumnos con algún nivel de Riesgo Académico en el semestre en curso.

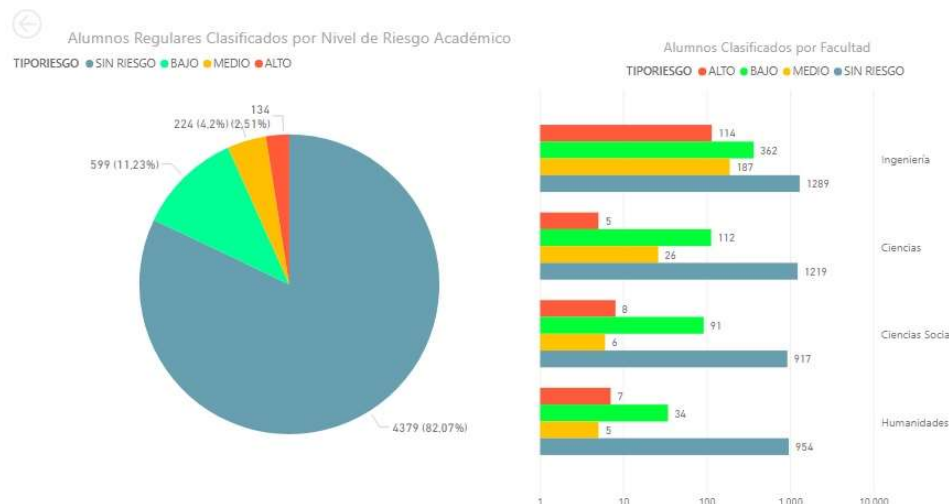


Figura 7. Resultado gráfico de la clasificación según riesgo académico a los alumnos regulares del primer semestre 2018.

Fuente: Elaboración propia.

³ Con excepción de los alumnos que ingresaron a la institución el primer semestre del año en curso, ya que ellos no tendrían historial para el cálculo del nivel y no tendrían riesgo de quedar eliminados de la institución hasta haber cursado más de dos semestres en ella.

3.3.3 Diseño e Implementación de Data Mart de Riesgo Académico

1. Requerimientos Técnicos

Los requerimientos necesarios para implementar un escenario de prueba para la solución propuesta establecen la utilización de las siguientes herramientas:

- Máquina Virtual con Oracle VM VirtualBox
- S.O Windows 10 64 bit
- Oracle 11g XE 64 bit
- Administrador de Base de Datos Dbeaver
- Cliente VPN FortiClient
- Herramienta para Inteligencia de Negocios PowerBI de Microsoft

2. Proceso ETL

Las **fuentes de datos** principales para la carga del Data Mart son obtenidas desde la base de datos institucional y, además, desde reportes de información precargados como los reportes KPI que indican las tasas de aprobación de las asignaturas.



Figura 8. Diagrama de Proceso ETL.

Fuente: Elaboración propia.

Las consideraciones para el proceso ETL a tener en cuenta son:

- Preparación de los Datos:** En el contexto de este trabajo se han establecido ciertos criterios para la preparación de los distintos datos utilizados:
 - Definir qué grupo de estudiantes serán parte de la solución para poder detectar sus niveles de riesgo académico: se ha considerado excluir a los estudiantes que poseen como año de ingreso, el mismo año en que se está realizando el análisis; esto se justifica, ya que los estudiantes de primer año no poseen riesgo académico de eliminación, sino hasta el segundo año en la institución.
 - Aplicar la fórmula para establecer los niveles de riesgo académico de los estudiantes de forma preliminar a la carga de la información al Data Mart.
 - Cada semestre actualizar los niveles de riesgo por carrera, incluyendo al nuevo análisis los eliminados del semestre anterior.
- Carga de la información:** Se establece una carga de información general al principio de cada semestre, una vez terminada la inscripción de asignaturas con el fin de obtener la información de alumnos regulares lo más actualizada posible. Con respecto a los datos que gatillarán las alertas tempranas de los estudiantes, esta información y las tablas de Data Mart que tienen relación con ella, será cargada con una frecuencia mayor, en primera instancia, se propone la carga una vez por semana.

3. Modelo Lógico Data Mart

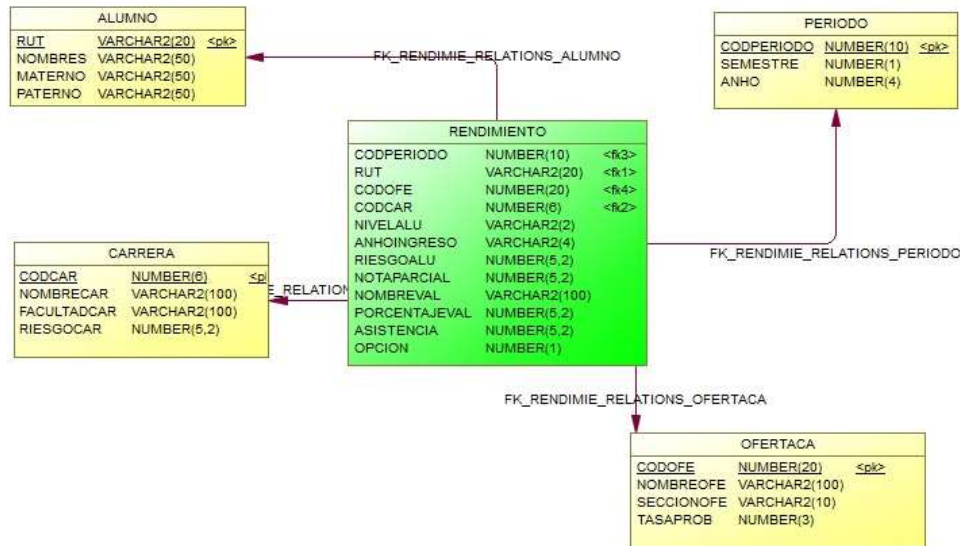


Figura 9. Modelo Lógico Data Mart Riesgo Académico.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 9 esquematiza el modelo de Data Mart desarrollado, centrado en dos tablas de hecho de rendimiento académico que almacenan la carga académica de los estudiantes y su historial según las variables utilizadas para el análisis de la solución. Las dimensiones asociadas se organizan en forma de estrella y se especifican a continuación:

Tablas de Dimensiones:

- Alumno (alumnos regulares de un semestre determinado)
- Carrera (carreras vigentes en la Universidad)
- Ofertaca (oferta académica de un semestre determinado)
- Periodo (identificación del periodo académico)

Tabla de Hechos:

- Rendimiento (rendimiento y perfil académico del alumno de un semestre determinado)

3.3.4 Dashboard

Es primordial para los Jefes de Carrera contar con la información sistematizada de los alumnos de su carrera, en especial de aquellos con características académicas que involucren riesgo de quedar eliminados de la institución. Bajo este concepto se ha diseñado un Dashboard que contenga los indicadores claves, la segmentación de la información, y finalmente, el detalle académico de los alumnos.

Para realizar el diseño del Dashboard se tienen presente los siguientes objetivos:

- Lograr transmitir gran cantidad de información sin hacerla sentir abrumadora.
- Lograr capturar la atención del usuario final.
- Lograr que la información sea sencilla y a la vez profunda.

Para alcanzar estos objetivos se utilizan como guía algunas de las 10 heurísticas desarrolladas por Jakob Nielsen⁴, tales como:

- a. **Consistencia**, el usuario no debe estar adivinando si diferentes palabras o acciones significan lo mismo y el diseño debe seguir el estándar de la plataforma que brinda PowerBi.
- b. **Visibilidad**, mantener al usuario informado de los que está sucediendo con señales y respuesta en un tiempo razonable.
- c. **Control de Usuario y Libertad**, el usuario debe poder deshacer y rehacer una acción, además de interactuar libremente en las distintas partes del panel.
- d. **Reconocimiento más que recuerdo**, minimizar la carga en memoria de usuario haciendo que los objetos, acciones y opciones para el uso del sistema sean visibles. El usuario no debe recordar información de una parte del sistema a la otra.
- e. **Diseño estético y Minimalista**, presentar al usuario sólo información relevante o usada frecuentemente.

De esta manera, una vez que ya se posee la información ordenada y almacenada en un almacén de datos especial para el proyecto, se diseña la herramienta que muestra al usuario la información adecuada. Para lograr la atención del usuario es importante considerar la “forma de leer” que propone el Dashboard, en la mayoría de los sitios web la información es ordenada para una lectura de izquierda a derecha, de arriba hacia abajo.

Los usuarios tienden a centrar su atención en el lado superior izquierdo de arriba hacia abajo, siguiendo este patrón la información más importante estará en el extremo superior izquierdo, de esta manera se orientará la buena lectura de la información.

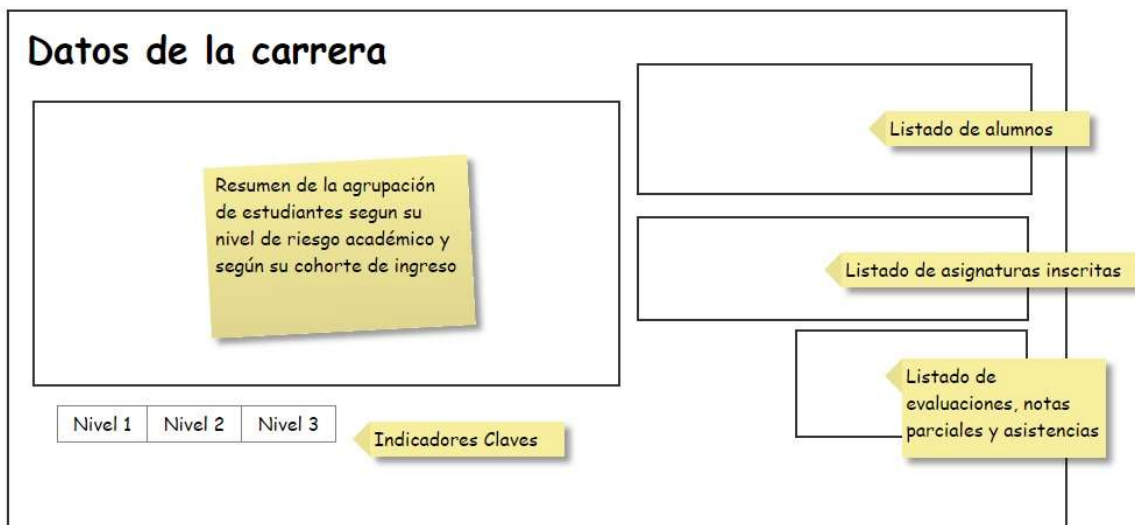


Figura 10. Diseño de interfaz del Dashboard propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

Se utilizarán colores intensos para diferenciar los grupos de alumnos según su nivel de riesgo académico, de tal manera de a través del uso de estos colores ir destacando la importancia de la información y guiando al usuario final.

⁴ Ingeniero de interfaces danés, creador de heurísticas para evaluar el diseño de interfaces de usuarios.

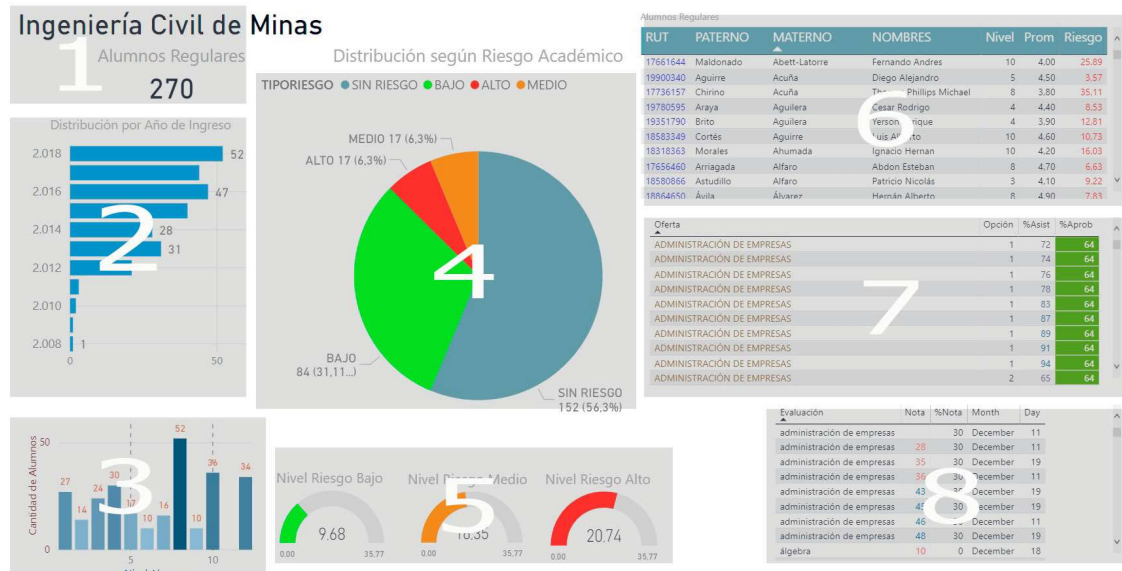


Figura 11. Prototipo de Dashboard de Riesgo Académico

Fuente: Elaboración propia

El Dashboard de Riesgo Académico final consta de 8 segmentos de información relacionada con los alumnos de una carrera en particular, en la figura 11 se muestra el Dashboard correspondiente a la carrera de Ingeniería Civil de Minas en el segundo semestre 2018, el detalle de la información proporcionada en cada segmento se detalla a continuación:

1. En este primer segmento se especifica el nombre de la carrera y la cantidad de alumnos regulares.
2. En el segundo segmento se detalla una distribución de cantidades de alumnos según su año de ingreso a la carrera.
3. En el tercer segmento se detalla una distribución de cantidades de alumnos según nivel de avance que llevan en su carrera. En la Universidad de La Serena, el nivel de un estudiante corresponde al semestre al que pertenece la asignatura más retrasada de su plan de estudios.
4. En el cuarto segmento se muestra una clasificación de grupos de alumnos según su nivel de riesgo académico, clasificados en Alto, Medio, Bajo y Sin Riesgo.
5. En el quinto segmento se detallan los rangos en que delimitaron los niveles de riesgo para esa carrera en particular, ya que para cada carrera son distintos.
6. En el sexto segmento se aprecia el listado de alumnos de la carrera con información detallada para su identificación como RUT, nombres, apellido paterno y apellido materno, además se incluye información académica como el nivel al que pertenece, el promedio de notas de su avance curricular y el nivel de riesgo académico. Presionando las cabeceras de este listado se pueden realizar ordenamientos de la información ascendentes o descendentes según se requiera.
7. En el séptimo segmento se muestra el detalle de las asignaturas que están cursando los alumnos de la carrera, las cuales se filtran según el alumno seleccionado en el segmento 6. La información correspondiente a las asignaturas está detallada por su nombre, la opción en que el alumno la está cursando, porcentaje de asistencia que lleva en el momento de la consulta y la tasa de aprobación que tiene dicha asignatura.
8. En el octavo segmento se muestra el detalle de las evaluaciones de los alumnos de la carrera, al igual que los segmentos anteriores, esta información se filtra de acuerdo a las selecciones anteriores de alumno y asignatura, obteniendo las evaluaciones parciales que tiene al momento de la consulta. El detalle de esta información está dado por el nombre de la asignatura a la cual pertenece la evaluación, la calificación obtenida, el porcentaje que corresponde al promedio final de la asignatura y el detalle de la fecha en que se rindió.



Además de las agrupaciones de información, se utilizan escalas de colores para destacar situaciones a las que se les debe destinar mayor atención, los colores más cercanos a rojo determinan una situación más desfavorable y los colores verdes indican lo contrario.

Este panel de control realiza filtros de información seleccionando elementos de cualquiera de los segmentos antes detallados, se pueden realizar múltiples selecciones con la utilización de la tecla *control* presionada y la selección mediante el *clic* del mouse, obteniendo información desde lo grupal a lo más específico.

4 Validación de la Propuesta

Con la finalidad de validar la solución propuesta, se realiza una comparación del escenario antes de la tesina (escenario actual) y el escenario una vez implementada la solución (escenario propuesto).

4.1 Escenario Actual

Se cuenta con la Plataforma Docente Institucional (PTDI) donde se registran todos los movimientos académicos de los alumnos de la Universidad, pudiendo los Jefes de Carrera acceder a la información de los alumnos suscritos a ellas. Sin embargo, la gestión propia de estos directivos se dificulta al tener que buscar individualmente al alumno para realizar un seguimiento de su estado en el semestre en curso, debido a que no poseen una interfaz que permita agrupar la información o destacar los casos que necesitan más atención.

Otra dificultad no menor es el bajo nivel de registros ingresados por parte de los académicos en la plataforma, registros como: configuración de fechas de evaluaciones, ingreso de notas parciales en los plazos contemplados por reglamento y registro de asistencia a clases, suelen no ser oportunamente ingresados. Este escenario es común en las universidades públicas; en la Universidad de La Serena se han adoptado medidas que han logrado revertir esta situación, como el envío automático semanal de correos electrónicos a los académicos que no cumplen con los registros en plataforma, además de un reporte a los jefes de departamento con el listado de académicos involucrados en estos incumplimientos.

Por otra parte, es importante considerar que, en los últimos años, han surgido programas ministeriales que actualmente se desarrollan en la Universidad, que en sus marcos de referencia anual incluyen el monitoreo y seguimiento de los alumnos que son atendidos o acompañados por ellos. Es así como los programas PACE (Programa de Acompañamiento y Acceso Efectivo a la Educación Superior) o UGIP (Unidad de Gestión Integrada de las Pedagogías) requieren de este tipo de información para desarrollar correctamente sus actividades y cumplir con los requerimientos en la entrega de información al Ministerio de Educación. En el caso de estos programas la agrupación de alumnos no es necesariamente por carrera, lo que dificulta más la recopilación de información.

4.2 Escenario Propuesto

Este escenario se divide en dos partes. La primera de ellas permite validar la fórmula propuesta para determinar el nivel de riesgo académico, obtenida del análisis del perfil académico de los alumnos eliminados de la Universidad en los últimos tres años. La segunda parte está orientada a validar la solución final, luego de la aplicación de la fórmula de riesgo a los alumnos regulares del semestre en curso y la entrega de información a través de la generación del Dashboard de Alertas Tempranas de Riesgo Académico.

La aplicación de una fórmula de riesgo académico permite clasificar a los alumnos en grupos determinados por su nivel de riesgo, con el objetivo de focalizar la atención de los Jefes de Carrera en aquellos que necesiten más apoyo, entregándoles información más precisa sobre éstos. Su validación se realiza a través de un *focus group* a 4 autoridades universitarias representativas de las carreras de la Universidad.



Por otra parte, el diseño e implementación de un almacén de datos sobre el que se utiliza una herramienta BI para la explotación de la información, posibilita contar con un sistema de alerta temprana de riesgo académico, gatillado por el ingreso de notas parciales y registro de asistencia durante el semestre en curso. Este sistema se valida a través de una demostración del sistema al mismo conjunto de autoridades anteriores.

4.2.1 Caracterización de profesionales participantes en focus group de validación

Profesional	Carreras	Cantidad Alumnos
Jefe de Carrera Ingeniería Civil	- Ingeniería Civil Industrial - Ingeniería Civil Mecánica - Ingeniería Civil de Minas - Ingeniería Civil en Obras - Ingeniería Civil Ambiental	1205
Jefe de Carrera Kinesiología	- Kinesiología	188

Directora de Docencia	
Directora Ejecutiva Programas de Acompañamiento Institucional	Programas: - PACE ULS - Aprende BNA

4.2.2 Principales Observaciones Fórmula Riesgo Académico

Las principales observaciones con respecto a la fórmula propuesta inicial, fue la agrupación de las variables con el objetivo de utilizar factores de peso para determinar el perfil académico de los alumnos eliminados, con estas observaciones se pudo calibrar la fórmula ajustando el cálculo del riesgo según la importancia que se le asigna a las variables utilizadas.

Se estableció una discusión por la importancia de algunas variables en establecer el riesgo académico de eliminación por rendimiento, como es el caso del promedio simple acumulado y los semestres de retraso de los alumnos, sin embargo, con la utilización de factores de peso se puede establecer una calibración adecuada de ellas pudiendo obtener información más precisa.

Todos los evaluadores reconocieron la importancia de calcular niveles de riesgo diferenciados por carrera, de esa manera se respeta la diversidad propia de cada carrera.

4.2.3 Principales Observaciones al Dashboard

En este segundo *focus group* de validación se mostró el Dashboard final, obtenido utilizando la fórmula de riesgo y el Data Mart de rendimiento académico. En esta validación participaron los mismos profesionales que participaron en la primera validación correspondiente a la fórmula del cálculo del riesgo académico.

A pesar que este proyecto sólo recoge información académica de los estudiantes, se sugiere la importancia de contar con información complementaria que pueda enriquecer aún más el Dashboard, como la incorporación de información psicosocial, atenciones de salud o derivaciones a otras instancias de apoyo estudiantil.

Todos los evaluadores comentaron la importancia de contar con una herramienta que resuma en una sola vista la información referente a sus alumnos, y lo que facilitaría las tareas de seguimiento y monitoreo de ellos en el semestre en curso.

Un dato interesante fue que los participantes propusieron nuevas funcionalidades u orientaciones del Dashboard propuesto, no exclusivamente para alumnos de determinadas carreras, sino más bien para ser utilizado en seguimiento y monitoreo de programas de acompañamiento con alumnos de distintas carreras, e incluso se



sugirió agrupar por vía de ingreso a la educación superior y de esta manera monitorear los casos de alumnos que se matriculan por los distintos tipos de ingresos especiales.

Consultado a los participantes las posibles acciones que podrían ejecutar al detectar alumnos con alertas de riesgo académico en el semestre, se sugirieron las siguientes:

- El jefe de carrera podría contactar al estudiante para obtener más antecedentes de las posibles causales de su estado y realizar una orientación al respecto.
- El jefe de carrera podría derivar al estudiante a programas de acompañamiento y nivelación académica, departamento de salud, asistentes sociales u orientación psicosocial.
- El jefe de carrera puede autorizar una reducción de la carga académica, solicitando la renuncia de asignaturas fuera de plazo.
- En algunos casos excepcionales el jefe de carrera puede gestionar y autorizar la extensión de semestre para un estudiante, esto significa que sus fechas de evaluaciones finales y exámenes serán autorizadas para rendirse después del término del semestre en acuerdo con los respectivos académicos.
- El jefe de carrera puede sugerir y apoyar la suspensión de estudios por excepción del estudiante, mecanismo que existe en la institución para casos excepcionales, postergando el semestre en curso, anulando la inscripción de asignaturas y eliminando las calificaciones obtenidas hasta el momento de realizar el trámite.

4.3 Comparación Escenario Actual versus Escenario Propuesto

En la siguiente tabla se presenta un resumen obtenido de los *focus group* en que se puede comparar el escenario actual con el escenario propuesto, según algunos criterios de comparación:

Tabla 2: Comparación de Escenario Actual vs Escenario Propuesto.

Criterio Comparación	Escenario Actual	Escenario Propuesto
Cuenta con alertas de Riesgo Académico para monitoreo y seguimiento de estudiantes.	No	Si
Oportunidad en decisiones	Baja	Alta
Tiempo para detectar a un alumno en riesgo académico	2 semanas	1 segundo
Oportunidad de agrupar la información según distintos criterios de agrupación	Baja	Alta
Cuenta con información histórica de notas parciales y asistencia de estudiantes.	No	Si

5 Conclusiones

La incorporación de módulos y funcionalidades adicionales en la Plataforma Docente PTDI, requiere de tiempo de desarrollo y recursos humanos por parte del Centro de Informática con los que no cuenta, esto sumado con disponer de una buena especificación de requerimientos, los cuales son siempre diversos y cambiantes. Por ello, realizar mejoras a la plataforma existente es complejo por la poca flexibilidad que tiene para adecuarse a las nuevas necesidades. Teniendo esto en cuenta, se propuso en esta tesina, la implementación de un almacén de datos y la utilización de herramientas basadas en BI para explotarlo.

La implementación del Data Mart de Riesgo Académico en la Universidad de La Serena, ha abierto un abanico de posibilidades para análisis de información, la cual puede ser actualizada sin inconvenientes al contar con



acceso vía VPN a vistas generadas especialmente que estén disponibles para consulta. Es así como, la Dirección de Docencia y Registro Académico, están centrando los esfuerzos en trasladar la visualización de los registros de movimientos académicos relacionados con calificaciones parciales y tasas de asistencias a esta nueva plataforma, más que en el desarrollo de módulos para visualizar información, esto ha permitido obtener reportes de resultados en un tiempo más acotado.

Así como el almacén de datos ha proporcionado beneficios en términos de tiempo, el análisis previo de alumnos eliminados y la determinación de una fórmula para calcular un nivel de riesgo, ha entregado un nuevo indicador para la toma de decisiones. Esto se puede comprobar si se considera que, en el Comité Central de Apelaciones frente a casos de reincorporación por eliminación por rendimiento, ahora aparte de presentarse variables académicas obtenidas del historial del alumno como resumen preliminar, se ha incorporado el nivel de riesgo académico del alumno como indicador de desempeño. Esta incorporación ha tenido buena acogida, por parte de los integrantes de este comité, permitiéndoles obtener una mirada más específica de la situación del estudiante.

El desarrollo de este proyecto ha permitido a la organización, la incorporación del uso de herramientas de BI para el análisis de datos, como Power BI de Microsoft. Actualmente no solo es utilizada como parte de esta tesina, sino que también ha permitido análisis en otros ámbitos, como la visualización de información de resultados finales del Comité Central de Apelaciones permitiendo comparar la resolución de los casos que son resueltos cada semestre. También se utiliza este tipo de herramienta para presentar información relacionada con el programa PACE, realizando comparaciones entre los estudiantes del programa con respecto al resto de la población universitaria que ingresa por vía regular PSU.

La importancia que en el último tiempo ha alcanzado el monitoreo y seguimiento de alumnos por parte de organismos gubernamentales como exigencias para mejorar las tasas de retención y la duración de las carreras, asociadas a temas de acreditación, calidad de la educación y gratuidad, hacen imprescindible para las universidades contar con sistemas de alertas temprana. Junto a un grupo de profesionales de la Universidad de La Serena, se formuló un proyecto que se postuló para la obtención de fondos relacionados con una Beca de Nivelación Académica (BNA), el cual fue adjudicado por nuestra institución, teniendo una de las áreas de este proyecto relación directa con la utilización de un Sistema de Alerta Temprana para seguimiento y monitoreo de estudiantes basado en esta propuesta presentada como tesina.

Dado los resultados obtenidos con esta tesina, se está trabajando en conjunto con el Centro de Informática de la Universidad, en el desarrollo de nuevos módulos en la Plataforma Docente para registrar otro tipo de información durante un semestre en curso, como información relacionada con derivaciones de alumnos entre unidades como: bienestar estudiantil, Jefes de Carrera, centro de salud, atención psicológica y programas de acompañamiento. Esta información de carácter psicosocial complementará la que actualmente se utiliza que tiene sólo carácter académico, mejorando el seguimiento de alumnos y las posibles causas que intervienen en su rendimiento. De esta manera en un futuro podremos contar con un Dashboard de alertas tempranas que estará nutrido con información más completa.



Referencias

- [1] Guzmán, M (2012). “Modelos predictivos y explicativos del rendimiento académico universitario “. Tesis Doctoral Universidad Complutense de Madrid.
- [2] Torres, G (2012). “Retención Estudiantil en la Educación Superior “. Revisión de Literatura y elementos de un modelo en el contexto colombiano.
- [3] Decreto Exento N° 028/2010, Reglamento de Régimen de Estudio Universidad de La Serena, Recuperado en <http://www.userena.cl/docencia/reglamento-de-regimen-de-estudio.html>
- [4] Garbanzo, G (2014). “Factores asociados al rendimiento académico tomando en cuenta el nivel socioeconómico: estudio de regresión múltiple en estudiantes universitarios. Universidad de Costa Rica. Recuperado en <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/viewFile/5566/5399>
- [5] Tinto, V. (1975). Dropout from Higher Education: A theoretical synthesis of recent research. Review of Educational Research, 45, 89-125
- [6] Tinto, V. (1993). Leaving college: rethinking the causes and cures of student attrition. Chicago: University of Chicago Press.
- [7] Guines, S (2016). Sistema de Alerta Temprana para la deserción universitaria (SAT), extraído en http://telescopi.utralca.cl/archivos/sistema_alerta_temprana_para_la_desercion_universitaria.pdf
- [8] José Luis Cano (2007) – “Business Intelligence – Competir con información”.
- [9] Fraser J. – Simkins B. (2011) – “Enterprise Risk Management”. New Jersey.
- [10] Kimball et al 98, 08, Mundy & Thornthwaite 06
- [11] Moreno, J. (2014). “El Business Intelligence aplicado al análisis prospectivo del desempeño académico”. En: XV encuentro Internacional Virtual Educa Perú 2014, recuperado en http://www.virtualeduca.red/documentos/23/El%20BI%20aplicado%20al%20an%C3%A1lisis%20prospectivo%20del%20desempe%C3%B1o%20acad%C3%A9mico_JGMS.pdf
- [12] Tejedor, F. (2003). “El poder explicativo de algunos determinantes del rendimiento en los estudios universitarios”. En: Revista Española de Pedagogía, 61, 224, pp. 5-32.
- [13] Tejedor, F. y García-Valcárcel, A. (2007). “Causas del bajo rendimiento del estudiante universitario (en opinión de los profesores y alumnos). Propuestas de mejora en el marco de EEES”. En: Revista Educación, 342, pp. 443-473.
- [14] Departamento de Microdatos. (2008). “Estudio sobre causas de la deserción universitaria. Universidad de Chile, Informe Final. Extraído en www.mineducacion.gov.co/observatorio/1722/article-156471.html
- [15] De Miguel, M (2002). “Evaluación del Rendimiento en la Educación Superior “. Revista de investigación educativa, Vol. 20. Centro de Educación e Investigación Educativa Universidad de Oviedo.