

## Soporte a la toma de decisiones en la gestión universitaria

Claudia V. López de Munain, Anahi A. Sandoval, Marcela E. Torrent

Facultad de Ingeniería – Sede Trelew, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

klaucvj@gmail.com, anahi.sandoval@gmail.com,  
marcelatorrent@gmail.com

**Abstract.** Un Sistema de Soporte para la Toma de Decisiones (DSS) es un sistema informático que sustenta el proceso de toma de decisiones, lo cual implica la utilización de datos y modelos para la generación, la estimación, la evaluación y/o la comparación sistemática de alternativas.

En el presente trabajo se analizan los fundamentos y tendencias de este tipo de sistemas, para luego modelizar el comportamiento de los procesos decisorios en el área de gestión de la Educación Superior, tomando como base los datos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia.

Se presenta un modelo y una estructura de datos unificada que permite procesar la información existente y brindar escenarios para la toma de decisiones. Se muestra un caso ejemplificador con el análisis realizado, teniendo en cuenta la premisa "Fomento de la investigación" como meta para la toma de decisiones.

Se describe el modelo probabilístico que permitió analizar las relaciones entre variables y definir las probabilidades condicionales y conjuntas. Luego el modelo que permite evaluar el impacto de diferentes decisiones a tomar, según el análisis de la red real y de un objetivo o meta propuesto, cuantificando las diferencias.

Se ejemplifica con un prototipo de software que será mejorada y profundizada a futuro.

**Keywords:** Decisión, probabilidad, datamining, modelo, datawarehouse.

### 1 Introducción

La mejora continua de la calidad de procesos y servicios es, entre otras, una meta de las organizaciones. Esto implica la realización de procesos de evaluación, interna y externa, que requieren contar con información oportuna y con el valor agregado suficiente para la toma de decisiones.

La incorporación de las TICs en la gestión de las instituciones es fundamental, permitiendo la distribución del conocimiento, la mejora de los procesos y la transparencia de los datos.

Actualmente el sistema universitario público nacional argentino, y nuestra universidad en particular, cuentan con soluciones informáticas que abarcan algunos de los procesos administrativos. Estos sistemas administran la información y los datos sin introducir valor agregado.

La gestión universitaria debe ser eficiente y contribuir a la mejora de la calidad apoyando a autoridades, docentes y alumnos. Por otra parte la informática provee de un conjunto de herramientas, técnicas y metodologías que permiten organizar los datos y luego procesarlos, con el fin de agregar conocimiento necesario para la toma de decisiones. Generalmente en la actualidad los desarrollos encontrados son aplicaciones del ámbito de los negocios, empresas y entidades financieras entre otras.

Se propone la creación de un modelo probabilístico que en base a variables del sistemas de información transaccionales, permita obtener indicadores de utilidad para la toma de decisiones, como así también recalcular el valor de las variables partiendo de un valor de indicador óptimo.

Los datos utilizados como insumo para la creación del mencionado modelo corresponden al sistema de información docente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia. Se trata de registros de los docentes designados con datos personales, de dedicación, cargo, título de grado y de posgrado, si realiza investigación o no, materias que dicta.

## **2 Marco teórico**

### **2.1 Sistemas administrativos o transaccionales**

Estos sistemas de información registran y procesan las actividades diarias y rutinarias de las organizaciones, brindando su principal aporte al nivel operativo. La información generada por estos sistemas se procesa y resume a fin de proveer a otros sectores organizacionales. [1]

Las universidades nacionales cuentan con sistemas transaccionales de uso cotidiano (El sistema presupuestario contable y financiero, SIU-Pilagá, el sistema de Recursos Humanos, SIU-Mapuche, el sistema de compras, contrataciones y patrimonio, SIU-Diaguita, el sistema de gestión de becas SIU-Tehuelche, el sistema de gestión académica SIU-Guaraní, seguimiento de graduados SIU-Kolla y otros). [2]

### **2.2 Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisión (DSS)**

Un DSS es un conjunto de programas y herramientas que permiten obtener oportunamente la información requerida durante el proceso de toma de decisiones, en un ambiente de incertidumbre. Apoyan la toma de decisiones mediante la generación y evaluación sistemática de diferentes alternativas o escenarios.

Los DSS pueden ayudar mediante la integración de diversas fuentes de información, el acceso inteligente a los conocimientos necesarios y la estructuración de las decisiones. [3]

Existen diversas clasificaciones de los DSS, según las cuales se definió el DSS propuesto para este trabajo: se trata de un DSS activo ya que sugiere escenarios para mejorar la toma de decisiones, dirigido por modelos ya que se manipulan los modelo estadísticos definidos que representan las relaciones entre las variables e indicadores, dirigido por datos porque se accederá a los datos necesario para definir los modelos probabilísticos.

### 2.3 Datawarehouse (DW)

El proceso de toma de decisiones dentro de las organizaciones ha tenido cambios significativos en las últimas décadas, surgiendo una noción más sofisticada de las Bases de Datos (DB) que permite cumplir con el objetivo de servir a las necesidades operacionales y además cubren las necesidades de análisis de la información.

La definición más tradicional del término DW fue especificada por Bill Inmon a principios de la década de los '90, quién lo definió como una colección de datos “orientados al sujeto”, “integrados”, “variables en el tiempo” y “no volátiles” para ayudar al proceso de toma de decisiones gerenciales. [4] [5]

El DW es parte integral de lo que algunos autores definen como la “era de la información” ya que posibilita la construcción y mantenimiento de estructuras destinadas al análisis de los datos, transformándolos en información y luego en conocimiento.

### 2.4 Datamining (DM)

Es un conjunto de técnicas de análisis de datos que permiten extraer patrones, tendencias y correlaciones dentro de grandes cantidades de datos almacenados, utilizando tecnología apropiada así como técnicas matemáticas y estadísticas.

En los sistemas estándar de Bases de Datos (DB) las consultas se resuelven accediendo a distintos conjuntos de datos almacenados, en DM se infiere conocimiento de las DB en forma de estructuras y patrones. Este conocimiento supone un nuevo conjunto de información en base a la cual se responden las consultas para describir y comprender mejor los datos, mediante agrupamientos, clasificaciones, estimaciones, predicciones y asociaciones.

DM es un campo interdisciplinario que mezcla diferentes técnicas desde la Inteligencia Artificial, reconocimiento de patrones, estadística, DB y visualización para realizar la extracción de información. [6]

### 2.5 Red Bayesiana

Es un modelo probabilístico que relaciona un conjunto de variables aleatorias mediante un grafo dirigido sin ciclos. Se representan variables aleatorias y las relaciones de probabilidad que existen entre ellas, permitiendo abordar soluciones a problemas de decisión en casos de incertidumbre. Los nodos representan variables aleatorias y los arcos simbolizan relaciones de dependencia directa entre las variables. Son un área creciente e importante para la investigación, específicamente cuando se trata de estructuras de modelos de decisión. Se procura centrar las decisiones en los parámetros y valores en condiciones de certeza que asumen los criterios de decisión. Se considera la toma de decisiones como una función basada únicamente en el análisis de hechos concretos y en la capacidad de hacer inferencias sobre la ocurrencia de eventos. Son elaboradas basándose en un conocimiento experto, desarrollando diversas técnicas para aprender, a partir de ciertos datos.

Existen distintas aplicaciones de interés para las redes bayesianas: sistematización, diagnós-

tico, predicción y clasificación entre otras. Una característica de las redes bayesianas es que permiten aprender sobre relaciones de dependencia y causalidad, combinando conocimiento con datos. [7],[8],[9]

### 3 Modelo propuesto y análisis de caso

Se analizaron distintas dimensiones inherentes a la gestión universitaria a fin de identificar las componentes, sus relaciones y objetivos.

Se llevó a cabo el relevamiento y análisis de la información existente y la necesaria para la identificación de los procesos de toma de decisiones en el ámbito universitario, más específicamente en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia, en los aspectos de legislación institucional, planes de estudio, cuerpo docente, alumnos y graduados.

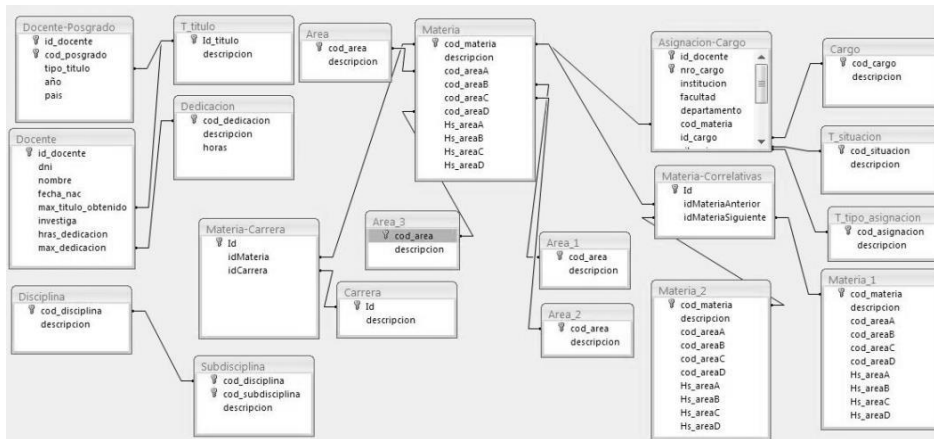
Se formularon y especificaron las componentes del sistema y sus relaciones en el entorno de las decisiones. Se definieron los aspectos a modelizar, en base a preguntas de interés para un potencial usuario del DSS.

En este trabajo se presenta a modo de ejemplo un caso particular relacionado a la necesidad de incrementar el porcentaje de docentes que realizan investigación (“fomento de la investigación”), especificando los siguientes indicadores. Tabla 1.

Dimensión	Indicador
Cuerpo Académico e Investigación	Porcentaje de Docentes c/formación de posgrado
	Porcentaje de Docentes c/dedicación x y formación de posgrado
	Porcentaje de Docentes c/cargo x y formación de posgrado
	Porcentaje de cargos c/formación de posgrado
	Porcentaje de cargos según dedicación y formación
	Porcentaje de Docentes del área x y formación de posgrado
	Porcentaje de Docentes con dedicación x
	Porcentaje de Docentes c/dedicación x que hace investigación

**Tabla 1.** Indicadores cuerpo académico e investigación

Se captaron los datos originales inherentes al cuerpo docente que se organizaron y procesaron de acuerdo a los objetivos. Estos datos provenían de distintos sistemas transaccionales. Utilizando herramientas específicas y en base a la necesidad, se obtuvo la estructura que reunió las variables con los datos apropiados en un ambiente integral centralizado. La Figura 1 muestra la estructura de base de datos de docentes, con sus datos personales y académicos y su relación con las materias en función de sus cargos docentes, que utilizada como insumo para el modelo.

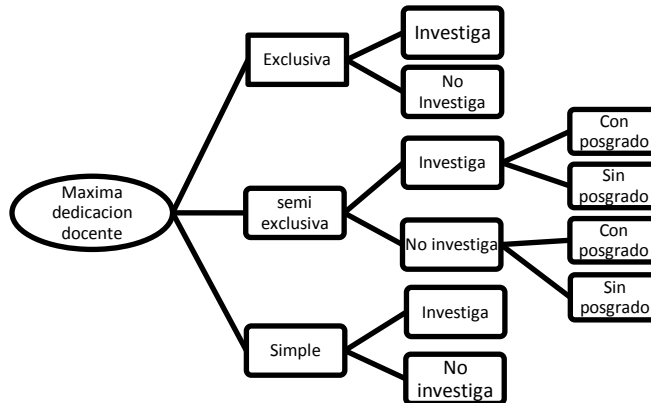


**Figura 1.** Estructura de datos relacional de variables seleccionadas

La nueva disposición de los datos permitió la aplicación de técnicas estadísticas y de datamining para el análisis y modelización de manera de encontrar relaciones entre los datos; obteniendo un valor agregado de los mismos.

A modo de ejemplo partiendo de la consigna ¿Cómo fomentar la investigación? se trabajó a partir de un modelo de redes Bayesianas elaborado con las variables: máxima dedicación, máxima formación y participación en proyectos de investigación. Se presenta parte de la red de relaciones de variables con sus categorías. Figura 2.

Se realizaron las clasificaciones según una, dos y tres variables para calcular las probabilidades conjuntas, condicionales y marginales entre las mismas.



**Figura 2.** Red de relación de categorías de variables

A partir del modelo se diseñó un prototipo de software. En la Figura 3 se muestra una pantalla del prototipo diseñado, en la cual aparece el objeto de investigación (profesor), las variables de interés para ese objeto (áreas, dedicaciones, proyectos de investigación, tipo de for-

mación), las que se relacionaron a fin de mostrar las consultas ejemplificadas de los indicadores propuesto.



**Figura 3.** Prototipo informático para el cálculo de indicadores

A partir de las consultas mostradas en la Figura 3, se obtiene la tabla de perfiles de investigación de los docentes según su máxima dedicación, ver Figura 4. De esa tabla se selecciona la dedicación semi-exclusiva como categoría a modificar para mejorar el indicador relacionado con el posible “fomento de la investigación”.

En la Figura 4 se muestra el cálculo de indicadores y variables fijando un óptimo. Se establece una probabilidad requerida como objetivo, en este caso  $P(0) = 0,6$ , lograr que el 60% de los docentes con dedicación semi-exclusiva participen de investigaciones. Con una tercera variable “máxima formación” que influye en la investigación se pretende alcanzar el objetivo. Se recalculan las probabilidades conjuntas y condicionales como causales, obteniendo los nuevos valores de las variables intervinientes en la red. En este caso para incrementar la investigación en docentes con dedicación semi-exclusiva (de  $p=0,167$  a  $p = 0,60$ ), teniendo en cuenta la formación de posgrado, se debe formar a 5 docentes.

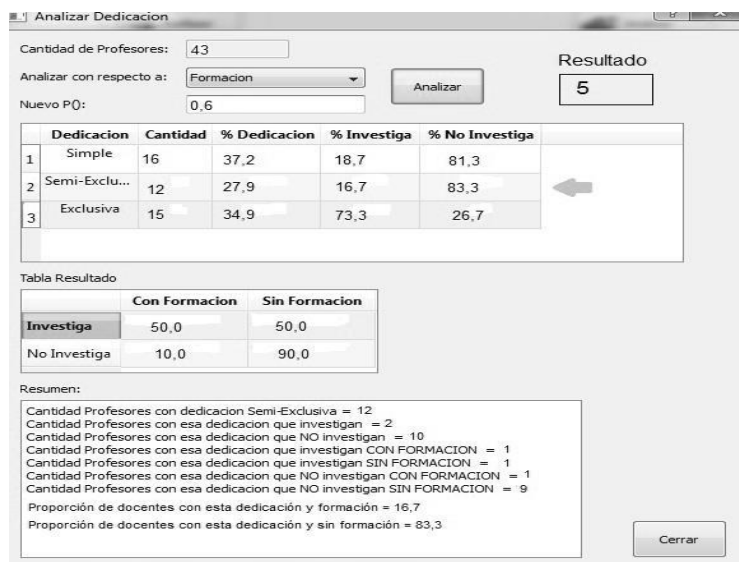


Figura 4. Ejemplo de recálculo de indicadores

### 3.1 Discusión e inconvenientes

El lenguaje interdisciplinario de los integrantes del equipo de trabajo requirió un esfuerzo adicional para lograr un total entendimiento. La reflexión sobre la magnitud de las potenciales barreras entre los distintos puntos de vista funcionó como disparador para el aprendizaje y fueron capitalizados transformándose en un elemento enriquecedor. Las distintas visiones fueron debatidas entre los integrantes obteniendo un resultado fortalecido que potenció el proyecto.

Los datos a los cuales se accedió resultaron de difícil procesamiento e interpretación, por tratarse de fuentes de datos que se relevaron con un fin distinto al de la investigación. La utilización de la información transaccional diaria que producen y almacenan las organizaciones, para prever comportamientos futuros y tomar decisiones acordes es una tendencia cada vez más marcada en el mundo de los sistemas de información. El surgimiento de tecnologías tanto de hardware como de software que permiten un alto poder de cómputo, con mayor velocidad y precisión hacen que cada vez esté más al alcance de las organizaciones el procesamiento y utilización de la información para la toma de decisiones.

En el ámbito universitario se hace necesaria la mejora continua y para ello es indispensable comenzar a contar con información fehaciente que pueda ser procesada con visión de futuro, esto aún está pendiente, requiriéndose la construcción y mantenimiento de estructuras de datos permanentes, dinámicas y con registros históricos como los DW.

Los datos existentes presentaron diferentes niveles de problemas que fueron resueltos utilizando herramientas de ayuda e información adicional, lográndose consolidar de manera adecuada en una estructura de datos unificada para la modelización.

## 4 Conclusiones y Trabajos Futuros

En el transcurso de este proyecto se relevó la situación actual de un sector representativo. Se tuvieron en cuenta datos existentes, que originaron dificultades para su recuperación, limpieza y procesamiento. Por otra parte se consideraron las necesidades de los tomadores de decisiones, permitiendo encontrar una manera de desarrollar sistemas de soporte para la toma de decisiones con objetivos concretos, utilizando modelos y tecnologías informáticas disponibles.

Se partió de datos reales de distintos sistemas de información que fueron pre-procesados, se los reunió en una estructura común, para analizar la relación entre distintas variables de interés y se crearon modelos en base a necesidades reales propuestas por los decisores. Estos modelos hicieron posible plantear distintos escenarios. Como resultado del análisis de las variables se encontraron relaciones importantes entre las dedicaciones, la formación y la investigación.

Se cree necesario profundizar este camino para superar las dificultades y ampliar el campo de aplicación desarrollando sistemas más robustos, que permitan utilizar modelos similares para diferentes variables relacionadas con la educación superior. Para ello se requiere de la creación de un DW que mantenga el historial de datos.

Se continuará profundizando en la investigación del tema y aplicación específica en las asignaturas de la carrera Licenciatura en Sistemas como ser Modelos y Simulación y Sistemas de Soporte para la Toma de Decisiones, generando material adecuado (Objetos de Aprendizaje) para el repositorio institucional existente (creado en el marco del área de investigación sobre Objetos de Aprendizaje).

### Referencias.

1. Laudon, Kenneth C., Laudon Jane P.: *Sistemas de Información Gerencial. Administración de la empresa digital.* Pearson Education (2008).
2. Menéndez, Mariano, Gurmendi, María de Lujan: *Sistemas para la toma de decisiones en el ámbito universitario.* Coordinador Sistemas para la toma de decisiones – Consorcio SIU, Directora Ejecutiva – Consorcio SIU (2012).
3. Turban, Efrain, Sharda, Ramesh, Denle, Durson: *Decision Support And Business Intelligence Systems,* Prentice Hall, (9na Edición – 2010).
4. Sandoval, Anahí Alejandra, Griselda Carballo, Laura. Tutora. Claudia López de Munain, Tesina de Grado: *Optimización de procesamiento y visualización de datos para dar soporte a la toma de decisiones en el ámbito social.* Repositorio digital de la UPNSJB (2014).
5. Inmon, William H.: *Building the Data Warehouse,* Wiley Computer Publishing, John Wiley & Sons, Inc. (Third Edition, 2002).
6. Loveman, Gary W. *Diamonds in the Data Mine.* Harvard Business Review (2003).
7. Rivera Lozano, Miller: *El papel de las Redes Bayesianas en la toma de decisiones.* Paper. La Simulación al servicio de la academia. Facultad de Administración. Universidad del Rosario (2011).
8. Jensen, F.V.: *An Introduction to Bayesian Networks.* Berlín, Springer Verlag (1996).
9. Césari, M.: *Nivel de Significación Estadística para el Aprendizaje de una Red Bayesiana.* Trabajo Final de Especialidad en Tecnologías de Explotación de Información. Escuela de Postgrado. Instituto Tecnológico de Buenos Aires (2006).