

DEL DATO AL CONOCIMIENTO. COMO MEJORAR LAS DECISIONES ACADÉMICAS A TRAVÉS DE BI

Proyecto de Investigación (resultados parciales)

María Alejandra MARIN
Prof. Asoc. En Sistemas Administrativos de Información Contable
alejandra.marin@fce.uncu.edu.ar

Marisa Fabiana HADERNE
JTP en Sistemas Administrativos de Información Contable
JTP en Análisis Organizacional
marisa.haderne@fce.uncu.edu.ar

1. Introducción

En la última década uno de los importantes cambios que impactaron en las organizaciones, fue la transformación de las economías y sociedades industriales, en economías de servicio basadas en el conocimiento y la información.

El uso intensivo de la información en las organizaciones y en la sociedad en general, dió lugar a un nuevo contexto conocido como sociedad del conocimiento.

Los sistemas de información desempeñan actualmente un papel fundamental en el avance y crecimiento de una institución. Los usos estratégicos de la información y sus sistemas llegan a ser determinantes para el éxito de las mismas.

Mediante una adecuada gestión de la información y la tecnología, la organización genera conocimiento. El conocimiento facilita la innovación, mejora la eficiencia en el uso de los recursos, la calidad de los procesos y la toma de decisiones, lo que en definitiva, le permite diferenciarse y crecer acorde a las expectativas del contexto.

El papel que las tecnologías de información juegan en las organizaciones también ha experimentado un cambio profundo, pasando de ser simples herramientas de tratamiento de datos y generadoras de información, para convertirse en gestoras del conocimiento.

Según Davenport y Prusak, “el conocimiento en las organizaciones está embebido, no sólo en los documentos y las bases de datos, sino en las rutinas organizacionales, en los procesos, prácticas y normas”.

2. Exceso de información, pobreza de atención

En la actualidad, las instituciones educativas universitarias, producen gran cantidad de datos como consecuencia del cumplimiento de las funciones que le son propias. Así, los procesos académicos, de extensión, vinculación, investigación, entre otros, son usinas generadoras de millones de datos, de los cuales, sólo algunos se procesan en sistemas que tienen la característica de ser particulares de cada sector e independientes entre sí, logrando a su vez, un flujo de información que por su volumen y velocidad de reproducción, resulta difícil de ser integralmente aprovechado.

En ese sentido, las unidades académicas en general y las cátedras en particular, a través del uso de distitos aplicativos¹ cuentan con mucha información para realizar sus funciones y enfrentan la paradoja, de disponer de menos tiempo para su análisis. Sin embargo, podrían trabajar con mayor calidad y eficiencia utilizando herramientas

¹ SIU (sistema de Información universitario)

adecuadas, por ejemplo, Business Intelligence.

Herber Alexander Simon (1916-2001), economista, politólogo y teórico de las ciencias sociales estadounidenses, premio Nóbel de economía en 1978 escribió: " ... En un mundo rico en información, la riqueza de la información significa una escasez de algo más: la escasez de lo que sea que la información consume. Qué es lo que la información consume es bastante obvio: consume la atención de sus destinatarios. Por lo tanto una gran riqueza de información crea pobreza de atención y una necesidad de asignar dicha información de una manera eficiente entre la sobreabundancia de fuentes de información que podría consumir ".

En esta frase se encuentra reflejado parte del problema existente, convirtiendo la paradoja anterior en un auténtico reto de gestión, que se inicia con la transformación del dato en conocimiento, y la posterior explotación de sus resultados, y la posibilidad de anticiparse a los futuros eventos.

3. La inteligencia de negocios

El objetivo básico de la inteligencia de negocios (business intelligence), es apoyar de forma sostenible y continuada a las organizaciones para mejorar su competitividad, facilitando el acceso a la información y la gestión del conocimiento para la toma de decisiones de calidad.

Howard Dresner, consultor de Gartner, consultora internacional especializada en TIC's, (<http://www.gartner.com/technology/home.jsp>), popularizó el término BI (business intelligence) como un término paraguas para describir un conjunto de conceptos y métodos para mejorar la toma de decisiones, utilizando datos históricos.

Según el glosario de Gartner, "BI es un proceso interactivo para explorar y analizar información estructurada sobre un área (normalmente almacenada en un DataWarehouse) para descubrir tendencias o patrones, a partir de los cuales derivar ideas y extraer conclusiones"

Otra definición dada por el DW Institute (<http://tdwi.org/portals/business-intelligence.aspx>) acerca de Inteligencia de negocios es " La inteligencia de negocios (BI) es la unión de datos, tecnología, análisis y conocimiento humano para optimizar las decisiones de negocio y en última instancia conducir el éxito de una empresa. Programas de BI normalmente combinan un almacén de datos de la empresa (DW) y una plataforma de BI o conjunto de herramientas para transformar los datos en información empresarial y utilizables de manera efectiva. "

Las organizaciones capturan los datos mediante los sistemas de procesamiento de operaciones, estos son transformados en información mediante los sistemas de información para la administración. Por último, los sistemas de soporte de decisiones y los sistemas estratégicos transformarán esta información en conocimiento, para poder anticiparse a los acontecimientos y mediante aplicaciones interactivas darán soporte a las decisiones de medio y largo plazo. (Fig.1).

Las aplicaciones que dan soporte a éstos sistemas podrán estar integradas y compartir información entre ellas o trabajar de manera aislada.

Esta última opción es, ciertamente, muy desfavorable para la organización, dado que el poder que se obtiene al centralizar los datos y compartirlos desde todas las aplicaciones crea ventajas indiscutibles.



Fig.1 Diferentes sistemas de información según la pirámide organizacional

Hoy las herramientas de **BI**, que tienen como objetivo la exploración y la explotación de datos, atienden las necesidades de información de las organizaciones.

El procesamiento analítico en línea (**OLAP**), también conocido como análisis multidimensional, permite a los usuarios ver los mismos datos de diferentes maneras al utilizar distintas dimensiones. Cada aspecto de la información representa una dimensión diferente. Esta herramienta está relacionada con el repositorio de datos denominado **Data Warehouse**, cuya tecnología permitir reunir y estructurar las informaciones dispersas por los distintos sistemas informáticos.

También el **Cuadro de Mando Integral (CMI)** introducido por primera vez a principios de los noventa (Kaplan y Norton, 1992) es una herramienta de gestión, ideal para canalizar gran parte de la información necesaria presentada en un formato de fácil lectura. Se trata de una herramienta de control de gestión que incluye todos los factores de éxito que describen el modelo de negocio con sus relaciones causa-efecto, incluye cuatro perspectivas: la financiera, la de clientes, la de procesos internos y, finalmente, la de innovación y aprendizaje.

Por último, **la minería de datos**, utilizada en este trabajo, es otra herramienta de BI. La misma integra numerosas técnicas de análisis de datos y extracción de modelos, es capaz de describir tendencias, extraer patrones y predecir comportamientos.

En muchas situaciones, el método tradicional de convertir los datos en conocimiento consiste en un análisis e interpretación realizada de forma manual. Esta forma de actuar es lenta, cara y altamente subjetiva, de hecho, el análisis de datos manual es impracticable donde el volumen de los datos crece exponencialmente. La enorme abundancia de datos desborda la capacidad humana de comprenderlos sin utilizar una herramienta.

A pesar de que las herramientas OLAP soportan cierto análisis descriptivo y de sumarización que permite transformar los datos en otros datos agregados o cruzados, no generan reglas, patrones o pautas.

En el 2000, Witten definió la minería de datos como el proceso de extraer conocimiento útil y comprensible, previamente desconocido, desde grandes cantidades de datos almacenados en distintos formatos. Es decir, la tarea fundamental de la minería de datos es encontrar modelos inteligibles a partir de los datos. Para que este proceso sea efectivo debería ser automático o semi automático (asistido) y el uso de los patrones descubiertos debería ayudar a la toma de decisiones.

Por lo tanto dos son los retos de la minería de datos: trabajar con grandes volúmenes de datos, procedentes en su mayoría de sistemas de información, con sus defectos (ruido, datos ausentes, volatilidad de los datos, etc.) y la utilización de técnicas adecuadas para analizar los datos y extraer conocimiento útil y novedoso.

En muchos casos la utilidad el conocimiento obtenido está íntimamente relacionado con la comprensibilidad del modelo inferido. El usuario final suele no ser un

experto en el uso de las técnicas de minería de datos, ni tampoco puede perder tiempo interpretando los resultados. Por eso, muchas aplicaciones presentan los resultados en forma de gráficos, convirtiendo los patrones a lenguaje natural.

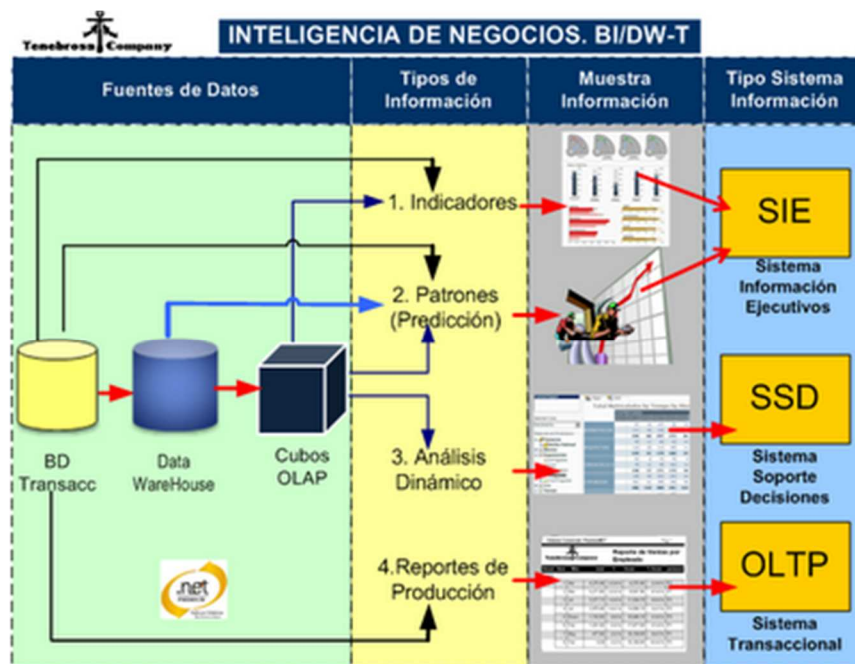


Fig. 2. Resumen gráfico que relaciona tipo de información con sus sistemas.

4. Datos, información o conocimiento

Un sistema de información individual no puede proveer toda la información que necesita la organización.

Mediante el uso de tecnología y metodologías de inteligencia de negocios se puede convertir datos en información y a partir de la información ser capaces de descubrir conocimiento.

La información la componen datos que se han colocado en un contexto significativo, útil, que sea comunicado a un receptor, quien la utiliza para la toma de decisiones. La información implica la comunicación y recepción de inteligencia o conocimiento. Evalúa y notifica, sorprende y estimula, reduce la incertidumbre, revela alternativas adicionales o ayuda a eliminar las irrelevantes o pobres, e influye sobre otros individuos y los estimula a la acción.

La información está compuesta de datos, imágenes, texto, documentos y voz. A menudo entrelazados en forma compleja. Pero siempre organizados en un contexto significativo.

En la medida que se puedan identificar los requerimientos de información de un individuo, es posible proporcionar la información relevante necesaria para satisfacer estos requerimientos.

Se debe asegurar que la información sea exacta, oportuna y útil.

Los **datos** son hechos objetivos aislados sin significado ni explicación. Es la materia prima para la creación de la información. La **información** es el resultado de la organización y tratamiento que se aplica a los datos para producir un significado adicional al que brindan de manera aislada. El **conocimiento** representa un grado mayor de abstracción y síntesis del significado de la información al asociar el contexto en el que se inscribe.



Fig.3 Los datos, información y conocimiento y su transformación

Los datos permiten registrar los eventos de la empresa (sistemas operativos), la información permite responder a los eventos (sistemas administrativos o de nivel medio) y el conocimiento permite anticiparse a los acontecimientos (sistemas estratégicos o gerenciales).

5. Análisis de un caso:

En el siguiente caso de aplicación, se tratará de ejemplificar cómo, a través de distintas herramientas, una cátedra puede, a partir de datos, generar información, y posteriormente, llegar al conocimiento. Lograda esta instancia, se podrán tomar decisiones adecuadas en relación a estrategias pedagógicas a aplicar, que redunden en una mayor eficiencia de la gestión académica.

Contexto

SAIC es una asignatura de tercer año de la carrera de Contador Público. Registra una matrícula promedio de 350 alumnos. El objetivo de la asignatura es capacitar al alumno para que conozca el análisis de sistemas, los sistemas de información contable; las tecnologías de información; los sistemas de información para la gestión empresarial; la organización y ejecución de procedimientos administrativos; la aplicación de metodologías de análisis de sistemas y que adquiriera habilidades en:

- el uso y aplicación de herramientas de organización tales como formularios, registros, archivos, manuales y métodos gráficos.
- la selección de software e implementación de sistemas integrados de gestión.
- el diseño e implementación de sistemas de control interno.

Para cumplir estos objetivos, la cátedra ofrece distintos recursos didácticos; clases teóricas, clases prácticas, talleres de aplicativos contables en laboratorios de informática, tutorías disciplinares, tutorías pedagógicas, controles de seguimiento, evaluaciones de proceso (2 parciales teórico-prácticos, y sus respectivos recuperatorios), y finalmente las instancias de acreditación de la materia, a través de evaluaciones finales (orales o escritas).

Problemática

La cátedra posee un sistema propio de recolección y captura de datos. Estos datos, en su mayoría, provienen de actividades del cursado (asistencia a clases,

resultados de controles, de evaluaciones parciales, etc.). En esta instancia, la cátedra genera y procesa estos datos bajo parámetros propios.

Finalizado el cursado, la institución solicita que la cátedra informe la lista de alumnos matriculados que obtuvieron la condición de “regular” y de quienes resultaron “libres”.

Con la información precedente, la institución inicia su propio proceso de información, que comparte con la universidad, y a través de ésta, con el MinCyT. Esta información, completada luego con los resultados de las actividades de acreditación de la asignatura, se consolida y reporta bajo distintos formatos y modelos, que se utilizan mayormente, para fijar políticas de retención alumnos, de abordaje pedagógico de materias troncales, de capacitación docente, etc.

Sin embargo, la cátedra como unidad de gestión, cuenta con un importante caudal de datos. Estos tienen habitualmente una explotación que se reduce a conocer el porcentaje de alumnos que logran la regularidad, los alumnos aprueban la materia por año, el promedio de alumnos que se presentan a rendir en cada mesa de examen, la cantidad de estudiantes que han desaprobado la materia más de una vez, el tiempo promedio que demanda aprobar la asignatura, entre otra información.

En relación al proceso de cursado, aquellas cátedras que logran generar bases de datos organizadas y sistematizadas a través de los años, logran otro grupo de información valiosa, que medida en términos absolutos o relativos, puede informar los alumnos que cumplen con las evaluaciones de seguimiento, los exámenes parciales que tienen mayor nivel de aprobación, el grado de dificultad entre las respuestas abiertas y cerradas, los temas de la asignatura con mayores/menores puntajes, etc.

Sin embargo, ante la masividad y diversidad de alumnos a atender en cada ciclo lectivo, es muy complejo realizar un completo análisis de la información académica, y obtener conclusiones que permitan mejorar los resultados o prevenir resultados no deseados.

Hipótesis

La combinación de datos sociales y académicos de los alumnos, durante su carrera y en la cátedra de sistemas brinda patrones que permitirán diseñar intervenciones pedagógicas preventivas orientadas a atemperar los problemas históricos de desempeño académico.

Análisis del caso:

En la actualidad se trabaja con una gran cantidad de datos recolectados durante 5 años, éstos son tratados desde el punto de vista estadístico, lo cual permite conocer información muy útil, pero incompleta, al momento de querer tomar decisiones respecto a plantear diversas intervenciones pedagógicas.

AÑO	EXAMEN		APROBADOS	NO APROBADOS
2011	Parciales	Primero	160	74
		Segundo	180	60
	Recuperatorios		67	12
2012	Parciales	Primero	141	65
		Segundo	86	94
	Recuperatorios		67	7
2013	Parciales	Primero	148	147
		Segundo	211	56
	Recuperatorios		90	23

2014	Parciales	Primero	139	105
		Segundo	173	58
2015	Recuperatorios		82	12
	Parciales	Primero	168	66
		Segundo	149	69
	Recuperatorios		54	22

A continuación se podrá observar la transformación de los datos en información, mediante distintas opciones ofrecidas por una planilla de cálculo, y mejorar la vista de estos datos al convertirlos en información más útil. Luego se aplicarán diferentes técnicas de minería de datos para llevar esta información a conocimiento, y permitir descubrir relaciones y patrones dentro de los datos, ocultas hasta el momento.

1) Trabajo con Datos:

En primer lugar se observa en la figura 4 una planilla de cálculo que contiene una importante cantidad de datos. Estos expresan el resultado obtenido en cada punto evaluado en parciales, recuperatorios y finales.

Fig.4 Datos en una planilla de cálculo

La forma de visualización precedente, no permite avanzar en conclusiones útiles para la cátedra.

Existen diferentes herramientas que ayudan a mejorar la vista de los datos; el formato condicional, aunque muy poco utilizado, brinda un diseño eficaz que puede mejorar considerablemente la legibilidad y atractivo de los datos. El uso de los colores e iconos en los informes de Excel, favorece a centrar la atención de los usuarios en la información importante.



Fig. 5 . Diferentes opciones de formato condicional

Permite seleccionar entre varios íconos para utilizar el más representativo



EJERC	NOTA
1	0.00
2	0.00
3	0.00
4	2.00
5	2.50
6	4.00
7	4.00
8	4.00
9	2.00
10	4.00
11	2.50
12	4.00
13	4.00
14	0.00
15	4.00
16	2.00
17	4.00
18	3.00
19	4.00
20	2.50
21	4.00
22	0.00
23	0.00
24	1.00
25	4.00
26	4.00
27	4.00
28	4.00
29	4.00

Fig. 6. Íconos para indicadores

final Práct	NOTA FINAL	FINAL
5	16	7 APROBADO
5	17,5	9 APROBADO
5	17	5 NO APROBADO
5	14	8 APROBADO
5	17	7 APROBADO
3	18,5	9 APROBADO
5	12	5 NO APROBADO
3	15,75	4 NO APROBADO
5	17,25	7 APROBADO
5	20	8 APROBADO
3	15,5	4 NO APROBADO
5	14	5 NO APROBADO
2	17	5 NO APROBADO
5	18	7 APROBADO
3	14,5	5 NO APROBADO
5	16,5	7 APROBADO
7	18,5	7 APROBADO
2	17	5 NO APROBADO
5	10,5	4 NO APROBADO
3	18,5	7 APROBADO
5	16	7 APROBADO

Fig. 7. Ejemplo de íconos aplicados a los datos

Si se toma una columna numérica se puede aplicar el formato condicional, por ejemplo para visualizar los diferentes resultados de finales.

Es muy útil cuando se trabaja con indicadores, dado que permite rápidamente analizar si se está cerca o no del objetivo deseado. Por ejemplo indicadores de rendimiento académico, como pueden ser cantidad de alumnos aprobados, desaprobados por comisión

2) Transformación de los datos en información

A partir de las observaciones realizadas con respecto a los datos, se puede concluir en la necesidad de transformar los mismos para poder obtener información que permita guiar la toma de decisiones de manera más eficiente.

Una herramienta útil para poder mirar los datos desde otra perspectiva son los filtros:



Fig.8. Crear filtros

En muchos casos permite de manera ágil buscar y filtrar datos, por ejemplo, centrar la atención en alumnos por comisiones:

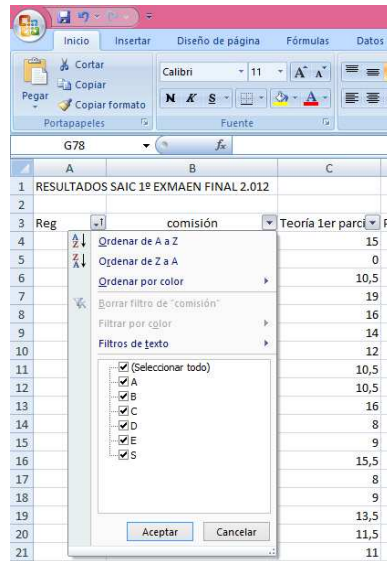


Fig. 9. Trabajo con filtros

Hasta acá se ha cambiado la forma de visualizar la información mediante los filtros, existe otra opción de trabajo brindada por las tablas dinámicas y los cubos Olap.

Es un procedimiento muy sencillo y todo profesional que está a cargo de la toma de decisiones o el control puede desarrollar sin necesidad de ayuda externa.

Las tablas dinámicas, también llamadas pivot tables, son una herramienta para análisis de bases de datos. Se encargan de resumir y ordenar la información.

Esta clase de tablas permiten analizar sólo una porción de la base de datos, es decir, con una gran cantidad de campos o columnas, ayudan a visualizar únicamente la información relevante, con lo que el análisis se hace más sencillo.

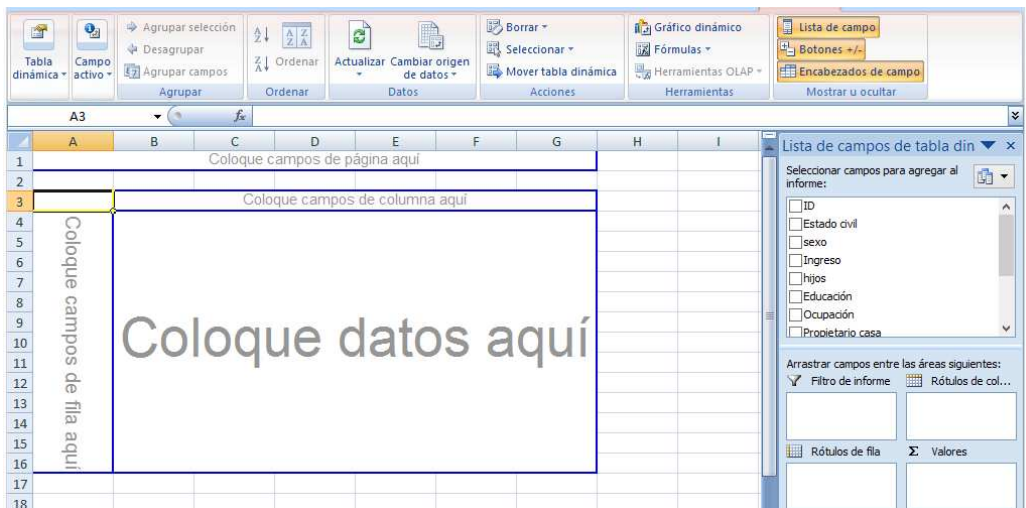


Fig. 10. crear tablas dinámicas

Las tablas dinámicas permiten crear diferentes vistas de los datos de acuerdo con las variables que se deseen integrar. Una tabla dinámica ofrece una gran cantidad de posibilidades de comparación, de manera que se puede hacer un análisis muy exhaustivo de la información sin necesidad de estar creando reportes individuales.

Las tablas dinámicas permiten resumir fácilmente los datos y hacer

comparaciones distintas entre cada uno de los resultados. Es posible también crear tablas dinámicas basadas en múltiples hojas de cálculo lo cual permite analizar fácilmente la información sin necesidad de integrar todos los datos en una sola tabla.

Rótulos de fila	Suma de total
A	10
APROBADO	10
B	8
APROBADO	5
NO APROBADO	3
C	17
APROBADO	10
NO APROBADO	7
D	15
APROBADO	13
NO APROBADO	2
E	18
APROBADO	15
NO APROBADO	3
S	5
APROBADO	4
NO APROBADO	1
Total general	73

Fig. 11. Ejemplo de sumarización de finales aprobados / desaprobados por comisión

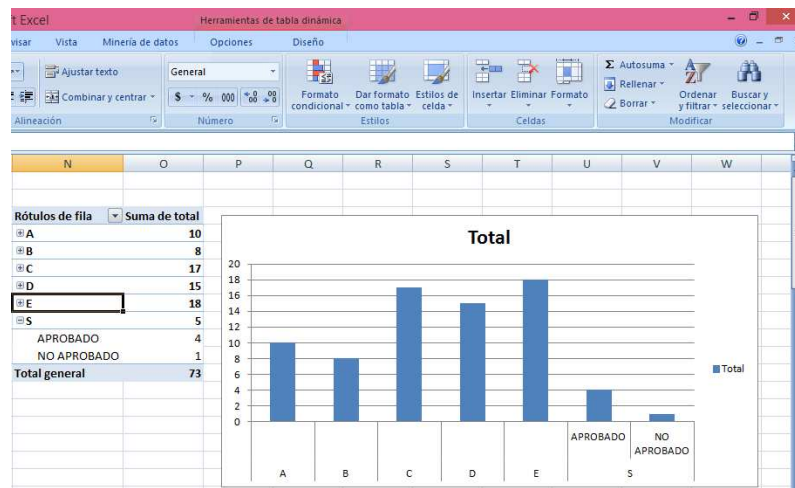


Fig. 12. Trabajo conjunto de tablas y gráficos dinámicos

4) Último paso: obtener conocimiento mediante minería de datos

Como se dijo en el apartado anterior, a pesar de que las herramientas OLAP soportan cierto análisis descriptivo y de sumarización que permite transformar los datos en otros datos agregados (como lo presentado en las tablas y gráficos dinámicos), no generan reglas, patrones o pautas.

Existen otras herramientas analíticas que han sido empleadas para analizar los datos y que tienen su origen en la estadística, si bien algunos paquetes estadísticos son capaces de inferir patrones a partir de datos, el problema es que no funcionan bien para el tamaño de las bases de datos actuales (varios Gigabytes y alta dimensionalidad).

Usando la misma planilla de cálculo se le da forma a los datos y se empieza a conocer más a los alumnos.



Fig. 13. Complemento de minería de datos para Excel

La herramienta de minería de datos permite, en un principio, antes de actuar, conocer más de los datos. Se usa la herramienta "Explorar datos" y se obtiene de manera rápida información como sigue:

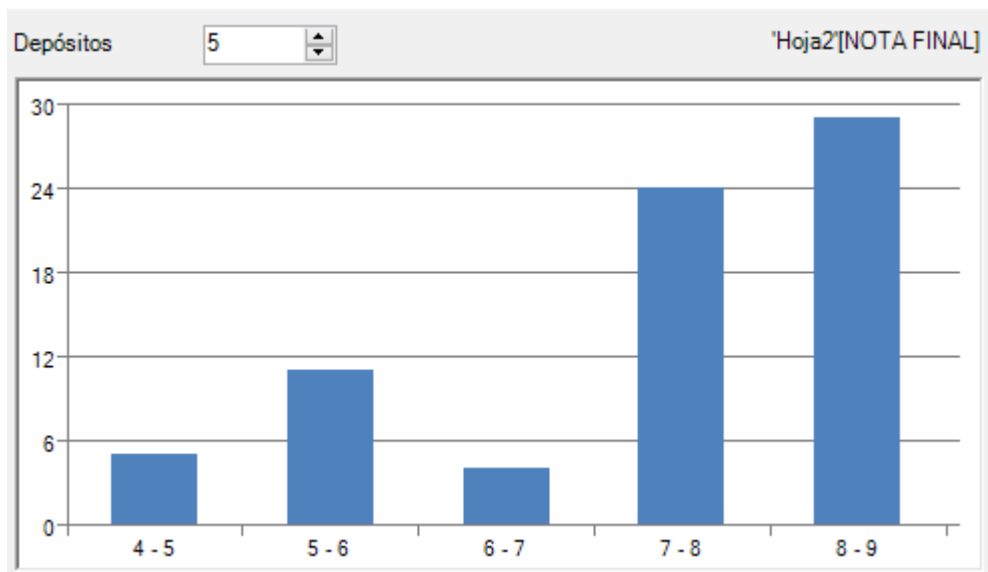


Fig. 14 Información inmediata de cantidad de alumnos según las notas de los finales

Se pueden conseguir muchos informes estadísticos con los datos existentes, pero ¿sirven para la toma de decisiones? Seguramente sí, aunque podría mejorarse la situación si se utilizara alguna herramienta de inteligencia de negocios, como la minería de datos.

En este caso de estudio se utilizó el cluster como técnica de la minería de datos.

El método de cluster detecta grupos de filas que comparten características similares. El resultado se muestra en la figura 15.

Atributos			
Variables	Estados	Clúster 1	Clúster 2
1º parcial	<ul style="list-style-type: none"> ● APROBADO ● NO APROBAD ● ausente 		
2º parcial	<ul style="list-style-type: none"> ● APROBADO ● NO APROBAD ● ausente 		
comisión	<ul style="list-style-type: none"> ● E ● C ● D ● S ● Otros ... 		
FINAL	<ul style="list-style-type: none"> ● APROBADO ● NO APROBAD ● ausente 		
NOTA FINAL	<ul style="list-style-type: none"> ● 7 ● 9 ● 8 ● 5 ● Otros ... 		

Fig.15. Cluster

El resultado del 2do parcial está muy relacionado con el resultado del final.

Esta información guía una una nueva búsqueda estadística donde se observa que todos los alumnos que desaprobaron el 2do parcial, habían aprobado el primero y el 50% de los alumnos que desaprobaron el final habían desaprobadado el segundo parcial.

El gráfico estadístico muestra los resultados de los parciales de todos los alumnos que habían desaprobadado los finales

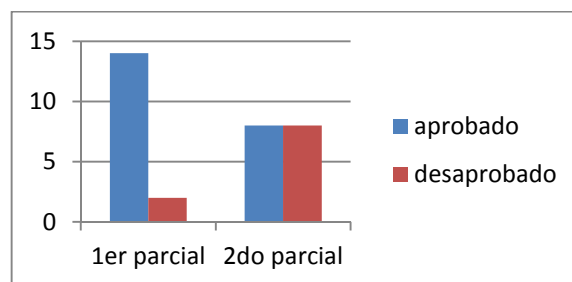


Fig.16 Características de todos los alumnos que desaprobaron los finales

Se continúa la minería de datos ampliando la cantidad de atributos y se consiguen nuevas relaciones que darán lugar a nuevas búsquedas de patrones como el anterior.



Fig. 17 Cluster

6. Conclusiones preliminares

Esta investigación (cuyos resultados son preliminares), se está enfocando en el uso de herramientas de inteligencia de negocios para explotar la información de una cátedra, generando conocimiento útil para apoyar la toma de decisiones que redunde en una mejora en el desempeño académico de los alumnos.

La aplicación de la minería de datos a la base de datos de la cátedra de Sistemas Administrativos de Información Contable, permitió orientar la búsqueda a las posibles relaciones entre los resultados de los parciales y del examen final. De esa manera se puede observar que la minería potencia la eficiencia del uso de informes y gráficos estadísticos, como el descubrimiento en la relación entre parciales y finales aprobados o desaprobados, que de otra manera hubiera pasado desapercibida.

Las conclusiones logradas hasta el momento, que dan cuenta de una relación directa entre los resultados del segundo parcial con el examen final, deben validarse a través de una ampliación de la muestra, y profundizarse a partir del estudio del comportamiento de los distintos temas evaluados en cada una de las instancias.

Con esa información se prevé comenzar a descubrir en lo sucesivo, relaciones que evidencien el impacto que algunos temas tienen sobre otros, y de esa forma jerarquizar los aprendizajes, decidir sobre los abordajes pedagógicos más adecuados, entre otros aspectos.

Bibliografía principal:

[1] Barceló Valenzuela, M y Pérez Soltero, A en El Impacto en las PYMES de los Sistemas de Información en Hermosillo. <http://www.inf.udec.cl/revista/ediciones/edicion9/mbarcelo.PDF> Sonora, México

[2] Laudon, Kenneth C y Laudon Jane P. (2010) en Sistemas de Información Gerencial. Pearson. Prentice Hall.

[3] Lardent, Alberto R. (2001) en Sistemas de Información para la Gestión Empresaria. Prentice Hall, Argentina

[4] Carlos Fernández de Lara (2006) en Impulsa PC World uso de la TI en las PyMES. 02/10/2006
http://www.pcworld.com.mx/pcw_completo_PyMES.asp?pcwid=2262

[5] Zúmel, P. (2008). Gestión del rendimiento, Noviembre 2008. Disponible en http://www.gestiondelrendimiento.com/Articulos/010/gdr_010.pdf

[6] Rosado Gomez, Alveiro Alonso (2010): Inteligencia de negocios: estado del arte. Scientia et Technica Año XVI, No 44, Abril de 2010. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-170121

[7] Orallo J., Ramirez Quintana, Ferri Ramirez C. (2004) Introducción a la minería de datos. Madrid Pearson.

[8] Pressman, Roger. (2006) Ingeniería del software. Un enfoque práctico Mc Graw Hill. Madrid.

[9] Russell S. y Norvig P. (1996). Inteligencia Artificial. México. Pearson Educaión.

[10] Atkinson, a. y Waterhouse, J. A (1997) stakeholders approach to strategic performance measurement. Sloan Management Review, 38, 25-37.

[11] Ballvé, A. (2003) "Tablero de Control", Macchi, Buenos Aires. Una edición posterior del citado libro fue publicada por Gestión 2000, Barcelona, 2003.

[12] Ballvé, A.(2006): "Creando conocimiento en las organizaciones con el Cuadro de Mando Integral y el Tablero de Control", Revista de Contabilidad y Dirección nº 3. (2006)

[13] Blanco, M.I., Aibar, B. y Cantorna, S. (1999) El enfoque conductual contable y su reflejo en un cuadro de mando integral. Revista Española de Financiación y Contabilidad, 28, 77-104, Enero-Marzo. 1999