

Aplicación del Proceso de Ponderación de Reglas de Pertenencia a Grupos en Evaluaciones Finales en Carreras de Grado

Raus, Nicolás Andrés¹, Lujan, Facundo Nicolás¹, Deroche, Ariel¹,
Vegega, Cinthia¹, Pytel, Pablo^{1,2}, Pollo-Cattaneo, María Florencia¹.

¹Grupo de Estudio en Metodologías de Ingeniería de Software. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. Argentina.

²Grupo Investigación en Sistemas de Información. Departamento Desarrollo Productivo y Tecnológico. Universidad Nacional de Lanús. Argentina.

Abstract

La Explotación de Información es la sub-disciplina Informática que aporta a la Inteligencia de Negocios las herramientas necesarias para realizar dicha transformación. En función de varios estudios realizados en el ámbito de la educación, la eficiencia de la aplicación de estas técnicas ha resultado sumamente positiva. Se destaca, en especial, el análisis de cómo mejorar la enseñanza de algunos temas determinados, a fin de que el alumno pueda comprenderlos correctamente. En este contexto, este trabajo tiene como objetivo presentar los resultados de la aplicación de procesos de Explotación de Información sobre los exámenes finales de la asignatura "Sistemas y Organizaciones" para identificar grupos de estudiantes con características homogéneas.

Palabras Clave

Explotación de Información. Análisis de proceso de evaluación. Educación y Tecnología. Aprendizaje.

Introducción

La Inteligencia de Negocio [1] propone un abordaje multidisciplinario (en el cual se encuentra la Informática), que a partir de los recursos de información disponibles y el uso de herramientas analíticas y de síntesis, se centra en generar conocimiento que contribuya con la toma de decisiones de gestión y generación de planes estratégicos en las organizaciones [2]. La Explotación de Información es la sub-disciplina Informática [3] que aporta a la Inteligencia de Negocios las herramientas necesarias para realizar dicha transformación [4]. Entonces es posible definir a la Explotación de Información como la búsqueda de patrones interesantes y de regularidades importantes en grandes masas de información [5] utilizando técni-

cas provenientes de la Inteligencia Artificial en el marco de un proceso ingenieril [6].

En función de varios estudios realizados en el ámbito de la educación [7-9], la eficiencia de la aplicación de estas técnicas ha resultado sumamente positiva. Se destaca, en especial, el análisis de cómo mejorar la enseñanza de algunos temas determinados, a fin de que el alumno pueda comprenderlos correctamente.

En este contexto, este trabajo tiene como objetivo presentar los resultados de la aplicación de procesos de Explotación de Información sobre los exámenes finales de la asignatura "Sistemas y Organizaciones" para identificar grupos de estudiantes con características homogéneas. Primero, se realiza la descripción del problema detectado y se define la solución presentando los resultados obtenidos con su análisis. Finalmente se indican las conclusiones obtenidas y futuras líneas de trabajo.

Elementos y Metodología del Trabajo

Definición del problema

La cátedra de la asignatura "Sistemas y Organizaciones", perteneciente a la carrera Ingeniería en Sistemas de Información en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires, ha notado que, si bien hay un alto porcentaje de alumnos aprobados en los exámenes finales (alrededor de un 80%), un gran porcentaje de estos aprueban con bajas notas (sólo con 4, 5 o 6). Por lo tanto desean determinar los motivos de esto para intentar homogeneizar el

dictado de los temas y mejorar así el desempeño de los alumnos.

Solución Propuesta

Tras un estudio realizado sobre los exámenes finales realizados en el último año (octubre 2012 a febrero 2013), se propone clasificar los exámenes finales en grupos con características homogéneas, aplicando procesos de la Explotación de Información.

Esto implica la aplicación del proceso de “Ponderación de Reglas de Pertenencia a Grupos” [10]. Este proceso se aplica cuando se tiene un conjunto de datos sin ninguna clasificación a priori y además se desea identificar las características con mayor incidencia (o frecuencia de ocurrencia) sobre cada grupo generado. Para ello se utilizan mapas auto-organizados como clasificadores, permitiendo encontrar patrones de datos de entrada y según éstos, clasificarlos en grupos. Luego, a partir de las reglas obtenidas se detectan las características de cada grupo [11]. El esquema de este proceso se puede observar en la figura 1.

Los algoritmos aplicados son la Red Neuronal Artificial Kohonen en su variante SOM [12] para la formación de los grupos, el algoritmo de la familia TDIDT C4.5 [13] para determinar las reglas y, por último se aplica el operador Naive Bayes [14] para identificar cuáles son los atributos que tienen mayor relevancia (o peso) en cada grupo.

Entonces, como resultado de este proceso, se espera identificar los factores que influyen en la nota, para poder mejorarlos y/o

reforzarlos durante el dictado de la asignatura.

Descripción de los datos

Para el desarrollo del actual trabajo se han utilizado los 449 exámenes finales correspondientes al período comprendido entre octubre del 2012 y febrero del 2013.

Los temas evaluados en dichos exámenes se corresponden con los siguientes temas [15-17]:

- Metodología de Sistemas de Información (*Teoría de Metodología*): el alumno debe poder describir el objetivo, las principales actividades, las técnicas y las herramientas de cada una de las etapas de la Metodología de Sistemas de Información.
- Teoría General (*V/F Teoría*): abarca preguntas teóricas de todos los conceptos de la asignatura.
- Circuitos Administrativos (*Teoría de Circuitos*): comprende teoría sobre los circuitos básicos de una organización genérica (Compras, Ventas, Pagos, Cobranzas y Producción), junto con las normas de control interno.
- Cursograma (*Práctica de Cursograma*): consiste en señalar los errores de un ejercicio resuelto mediante esta técnica gráfica.

Las condiciones de aprobación del examen son tener al menos la mitad de cada ejercicio respondido correctamente. Las preguntas no respondidas, al igual que las respondidas erróneamente, no suman ni restan en la nota final.

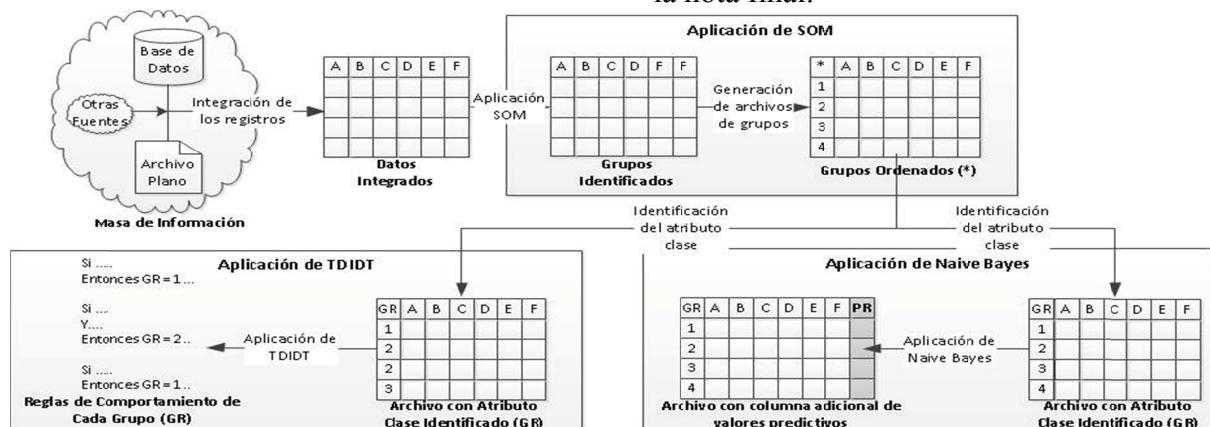


Figura 1: Esquema del proceso aplicado.

Además se debe considerar que los finales pueden ser de dos tipos de acuerdo a los temas evaluados como se puede ver en la Tabla 1.

Tabla 1: Ejercicios según tipo de examen final.

Final con Cursograma	Final con Circuitos
4 afirmaciones de V/F Teoría.	4 afirmaciones de V/F Teoría.
2 preguntas de Teoría de Metodología.	2 preguntas de Teoría de Metodología.
5 operaciones de un mismo enunciado para corregir o verificar de Práctica de Cursograma.	4 oraciones para completar con conceptos de Teoría de Circuitos.
Cantidad = 347 finales	Cantidad = 102 finales

Preparación de los Datos

Como paso previo al procesamiento de los datos, estos han sido integrados y ponderados de manera de poder abstraernos del número de consigna, que varía en cada fecha de final, y basarnos en el tema evaluado.

El criterio de ponderación fue:

- Un punto (1) para las respuestas correctas,
- Medio punto (0,5) puntos para las respuestas regulares, y
- Cero puntos (0) para las respuestas incorrectas o no contestadas.

Para conformar la tabla de datos se utilizó una estructura compuesta por los registros de los dos tipos de finales como se puede ver en la Tabla 2. Se rellenó con -1 a las

respuestas correspondientes al otro tipo de final.

Aplicación del Proceso

La tabla de datos (descrita en la sección anterior) se cargó en el programa Tanagra [18] configurando como atributos de entrada al puntaje por preguntas de Teoría de Metodología, puntaje por V/F Teoría, puntaje por Teoría de Circuitos, puntaje por Práctica de Cursograma, y Nota.

Primero, se ejecutó Kohonen-SOM sobre la muestra, configurado con una estructura de mapeo de 3 filas y 2 columnas (para generar como máximo 6 grupos), con normalización de la distancia de la varianza, un rango inicial de aprendizaje de 0,05 y un generador aleatorio de la semilla estándar. De esta forma se obtuvieron cinco grupos como se pueden ver en la Tabla 3 y que son descritos en la siguiente sección.

Luego, a los atributos de entrada anteriores se agrega el Tipo de Final, y se selecciona como atributo objetivo al Identificador de Grupo generado por Kohonen-SOM; para aplicar el algoritmo C4.5. En este caso la configuración es de tamaño mínimo de 5 hojas y nivel de confianza del 25%. En consecuencia, se obtuvieron las 17 reglas descritas en la siguiente sección.

Como Naive Bayes requiere atributos discretos y los puntajes de las preguntas son continuos, se convirtieron a valores discretos los puntajes de las preguntas de Teoría de Metodología, puntaje por V/F Teoría, puntaje por teoría de Circuitos, puntaje por Práctica de Cursograma, y la Nota.

Tabla 2: Registros ejemplo de la base de datos.

DIA	MES	AÑO	Teoría de Metodología	V/F Teoría	Tipo	Teoría de Circuitos	Práctica de Cursograma	Resultado	Nota
5	12	2012	2	2,5	Circuito	1,5	-1	A	4
5	12	2012	1	2	Circuito	1	-1	D	2
28	2	2013	1,5	2	Cursograma	-1	1	A	4
12	12	2012	0	2,5	Cursograma	-1	1	D	2

Tabla 3: Cantidad de exámenes finales por grupo.

Grupo Kohonem-SOM	Cantidad de Exámenes incluidos
Grupo 1	46
Grupo 2	56
Grupo 3	131
Grupo 4	99
Grupo 5	117

Por último, se configuraron a estos atributos como datos de entrada junto con el Tipo de final; y como atributo objetivo al Identificador de Grupo. Sobre este conjunto de datos se ejecutó Naive para obtener la distribución de probabilidad condicional.

Resultados

Luego de aplicar Kohonem-SOM se obtuvieron como resultado 5 grupos (ver Tabla 3).

Tras aplicar el algoritmo C4.5, se obtuvieron 17 reglas de pertenencia a grupos, detalladas a continuación en las Tablas 4 a 8:

Tabla 4: Reglas de pertenencia al Grupo 1.

Pertenece al Grupo 1:	
R1. Si tiene como máximo (1 Bien y 1 Mal) o (2 Regular) de Teoría de Metodología y el final es de tipo Circuitos.	R2. Si la nota es menor o igual a 5 y tiene (1 Bien y 1 Regular) de Teoría de Metodología y el final es de tipo Circuitos.

Tabla 5: Reglas de pertenencia al Grupo 2.

Pertenece al Grupo 2:	
R3. Si tiene (2 Bien) de Teoría de Metodología y el final es de tipo Circuitos.	R4. Si la nota es mayor o igual a 6 y tiene (1 B y 1 Regular) de Teoría de Metodología y el final es de tipo Circuitos.

Tabla 6: Reglas de pertenencia al Grupo 3.

Pertenece al Grupo 3:	
R5. Si la nota es mayor o igual a 6 y tiene como máximo (1 Bien y 1 Mal) o (2 Regular) de Teoría de Metodología y tiene al menos (3 Bien y 1 Mal) o (2 Bien y 2 Regular) de V/F Teoría y el final es de tipo Cursograma.	R6. Si la nota es mayor o igual a 7 y tiene (1 Bien y 1 Regular) o (2 Bien) de Teoría de Metodología y tiene al menos (3 Bien y 1 Mal) o (2 Bien y 2 Regular) de V/F Teoría y el final es de tipo Cursograma.
R7. Si la nota es 4 o 5 o 6 y tiene (1 Bien y 1 Regular) o (2 Bien) de Teoría de Metodología y tiene (4 Bien) de V/F Teoría y el final es de tipo Cursograma.	R8. Si la nota es 6 y tiene (1 Bien y 1 Regular) o (2 Bien) de Teoría de Metodología y tiene (3 Bien y 1 Regular) o (3 Bien y 1 Mal) o (2 Bien y 2 Regular) de V/F Teoría y tiene al menos (3 Bien y 1 Regular y 1 Mal) o (2 Bien y 3 Regular) de Práctica de Cursograma y el final es de tipo Cursograma.

Tabla 7: Reglas de pertenencia al Grupo 4.

Pertenece al Grupo 4:	
<p>R9. Si la nota es menor o igual a 5 y tiene como máximo (1 Bien y 1 Mal) o (2 Regular) de Teoría de Metodología y tiene al menos (3 Bien y 1 Mal) o (2 Bien y 2 Regular) de V/F Teoría y el final es de tipo Cursograma.</p>	<p>R10. Si Desaprueba y tiene (1 Bien y 1 Regular) de Teoría de Metodología y tiene al menos (3 Bien y 1 Mal) o (2 Bien y 2 Regular) de V/F Teoría y el final es de tipo Cursograma.</p>
<p>R11. Si la nota es mayor o igual a 5 y tiene como máximo (1 Bien y 1 Regular) de Teoría de Metodología y tiene como máximo (2 Bien y 1 Regular y 1 Mal) de V/F Teoría y tiene como máximo (3 Bien y 2 Mal) o (2 Bien y 2 Regular y 1 Mal) o (1 Bien y 4 Regular) de Práctica de Cursograma y el final es de tipo Cursograma.</p>	<p>R12. Si la nota es menor o igual a 4 y tiene como máximo (1 Bien y 1 Regular) de Teoría de Metodología y tiene como máximo (2 Bien y 1 Regular y 1 Mal) de V/F Teoría y el final es de tipo Cursograma.</p>

Tabla 8: Reglas de pertenencia al Grupo 5.

Pertenece al Grupo 5:	
<p>R13. Si Desaprueba y tiene (2 Bien) de Teoría de Metodología y tiene al menos (3 Bien y 1 Mal) o (2 Bien y 2 Regular) de V/F Teoría y el final es de tipo Cursograma.</p>	<p>R14. Si la nota es 6 y tiene (1 Bien y 1 Regular) o (2 Bien) de Teoría de Metodología y tiene (3 Bien y 1 Regular) o (3 Bien y 1 Mal) o (2 Bien y 2 Regular) de V/F Teoría y tiene como máximo (3 Bien y 2 Mal) o (2 Bien y 2 Regular y 1 mal) o (1 Bien y 4 Regular) de Práctica de Cursograma y el final es de tipo Cursograma.</p>
<p>R15. Si la nota es mayor o igual a 5 y tiene como máximo (1 Bien y 1 Regular) de Teoría de Metodología y tiene como máximo (2 Bien y 1 Regular y 1 Mal) de V/F Teoría y tiene al menos (3 Bien y 1 Regular y 1 Mal) o (2 Bien y 3 Regular) de Práctica de Cursograma y el final es de tipo Cursograma.</p>	<p>R16. Si la nota es 4 o 5 y tiene (1 Bien y 1 Regular) o (2 Bien) de Teoría de Metodología y tiene (3 Bien y 1 Regular) o (3 Bien y 1 Mal) o (2 Bien y 2 Regular) de V/F Teoría y el final es de tipo Cursograma.</p>
<p>R17. Si tiene (2 Bien) de Teoría de Metodología y como máximo (2 Bien y 1 Regular y 1 Mal) o (1 Bien y 3 Regular) de V/F Teoría y el final es de tipo Cursograma.</p>	

Luego de aplicar Naive Bayes se obtuvieron porcentajes de distribución de cada atributo de entrada para cada grupo, representados en los siguientes gráficos para una mejor visualización (ver Figuras 2 a 8):

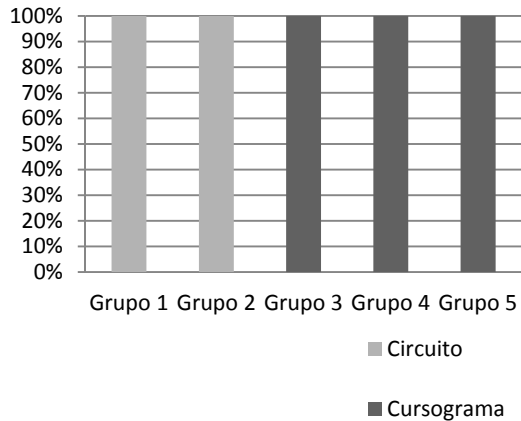


Figura 2: Distribución de los tipos de finales en los grupos.

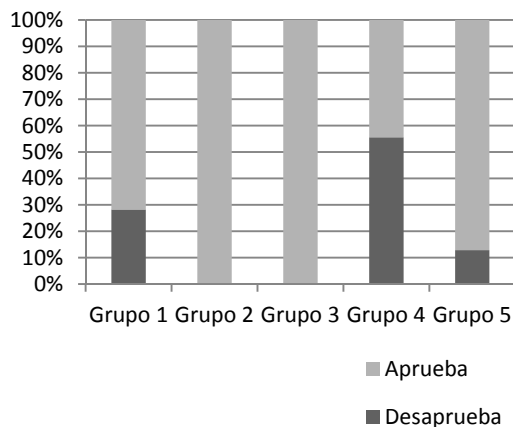


Figura 3: Distribución de los finales según resultado en los grupos.

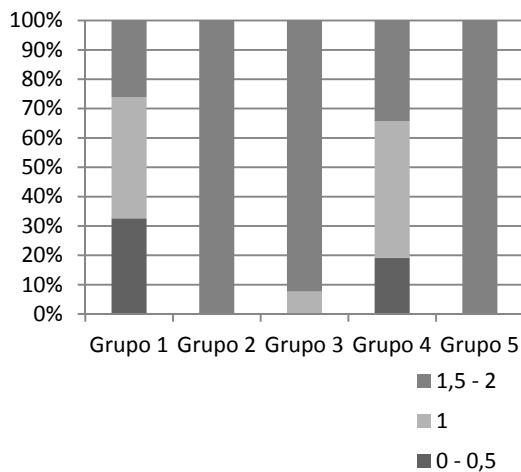


Figura 4: Distribución de los finales según puntaje obtenido en Teoría de Metodología en los grupos.

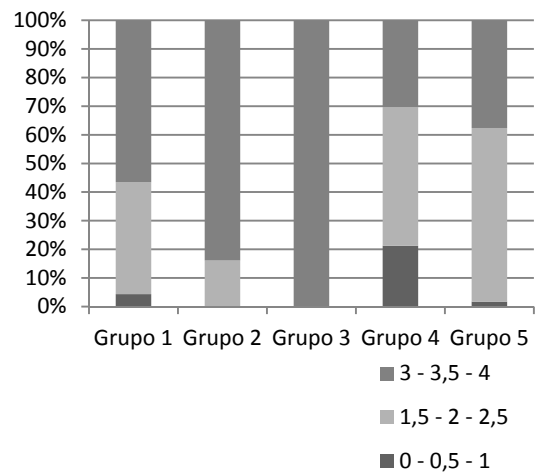


Figura 5: Distribución de los finales según puntaje obtenido en V/F Teoría en los grupos.

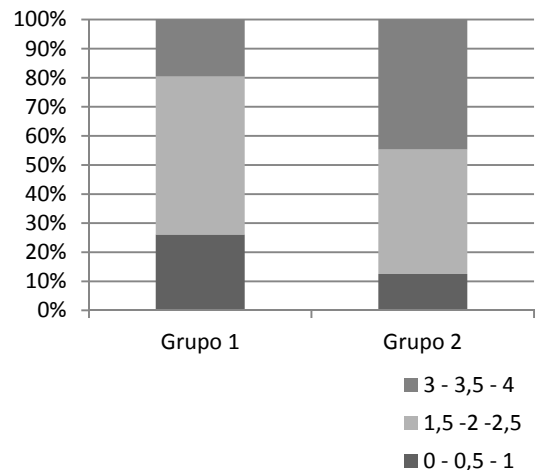


Figura 6: Distribución de los finales según puntaje obtenido en Teoría de Circuitos en los grupos.

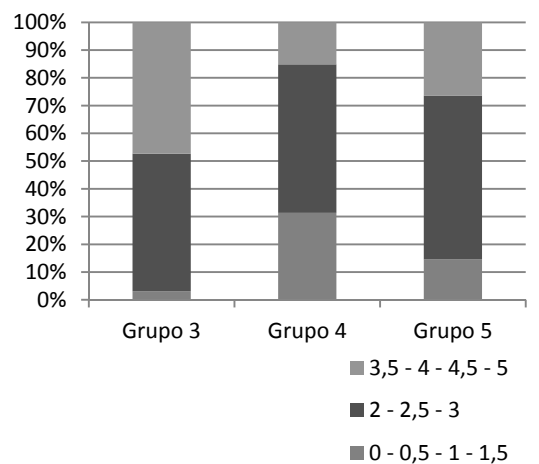


Figura 7: Distribución de los finales según puntaje obtenido en Práctica de Cursograma en los grupos.

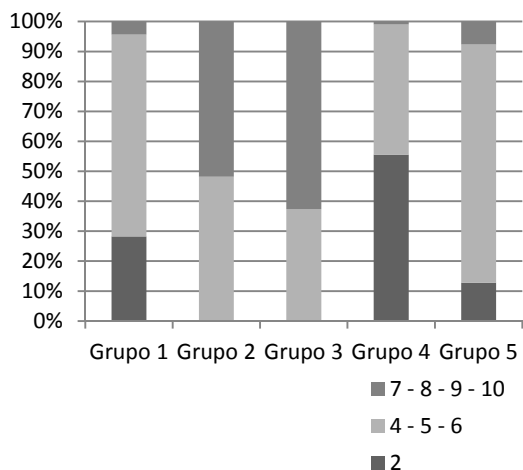


Figura 8: Distribución de las finales según la Nota en los grupos.

Discusión de los Resultados

Del análisis de los resultados obtenidos en la sección anterior, se obtiene la siguiente caracterización de los grupos:

- Grupo 1:

Este grupo:

- Solo contiene finales de Circuitos.
- Tiene un 71,74% de finales aprobados, desaprobando el resto.
- Ningún final tiene correctamente respondida la Teoría de Metodología.
- El 28,26% tuvo como nota 2, el 67,39% tienen entre 4 y 6, y el 4,35% restante se sacó un 7.
- La Regla 1, a diferencia de la Regla 2, no dice nada sobre la nota, esto podría indicar que cuando el examen tiene menos de un bien o dos regular, de Teoría de Metodología, y es de Circuitos, entonces la Nota es menor o igual a 5.
- No influye en este grupo el tema V/F Teoría.

En general se puede decir que este grupo reúne a los finales de Circuitos, cuya nota es menor o igual a 5.

- Grupo 2:

En este grupo se observa que:

- Solo contiene finales de Circuitos aprobados.

- El 83,93% poseen correctamente respondida la Teoría de Metodología y los restantes tienen un bien y un regular.
- El 83,93% de tiene por lo menos tres bien y un mal, o dos bien y dos regular de V/F Teoría y el resto al menos un bien y un regular, o tres regular.
- La Regla 3, a diferencia de la Regla 4, no dice nada sobre la nota, esto podría indicar que cuando el examen tiene dos bien de Teoría de Metodología y es de Circuitos, entonces su nota es mayor o igual a 6 (el 51,79% tienen 7 o más).

Entonces este grupo reúne a los finales de Circuitos, cuya nota es mayor o igual a 6.

- Grupo 3:

Este grupo:

- Solo contiene finales de Cursograma que fueron aprobados.
- El 71,76% poseen correctamente respondida la Teoría de Metodología, el 20,61% una bien y una regular mientras que el resto una bien y una mal, o dos regulares.
- Todos los finales tienen por lo menos tres bien y una mal, o dos bien y dos regular en V/F Teoría.
- El 96,95% tienen al menos dos bien, o cuatro regular, o una bien y dos regular en Práctica de Cursograma.
- Aunque mayoría tiene una buena nota, no es determinante (sólo el 62,6% tienen 7 o más).

En general se puede que incluye los finales aprobados que tienen al menos tres bien y una mal, o dos bien y dos regular, de V/F Teoría, con un final de tipo Cursograma.

- Grupo 4:

Para este grupo se detecta:

- Solo contiene finales de Cursograma.
- Tiene un 44,44% de finales aprobados, siendo el resto desaprobados.
- El 55,56% tienen como nota un 2, el 43,43% tienen entre 4 y 6, y el 1,01% restante, 7.

Incluye finales de tipo Cursograma y con notas menores o iguales a 5 (es decir, desapueba o aprueba con baja nota), y

tiene como máximo (una bien y una Regular) de Teoría de Metodología.

- **Grupo 5:**

Finalmente en este grupo se observa que:

- Solo contiene finales de Cursograma.
- Tiene un 87,18% de finales aprobados.
- El 79,49% poseen correctamente respondida la Teoría de Metodología y los restantes tienen una bien y una regular.
- El 85,47% de los finales tiene tres bien y una mal, dos bien y dos mal, cuatro regular, o dos bien y dos regular en las preguntas de V/F Teoría.
- El 12,82% tienen como nota un 2, el 79,49% tienen entre 4 y 6, y el 7,69% restante, entre 7 y 8.

Por lo tanto en este grupo se incluyen finales de Cursograma con al menos dos puntos en V/F Teoría.

Conclusión

La cátedra de la asignatura “Sistemas y Organizaciones” desea conocer que tienen en común la elevada cantidad de alumnos que aprueban el final con 4, 5 o 6 para así poder mejorar dichos aspectos. Para ello, se propone la aplicación de un proceso de Explotación de Información denominado “Ponderación de Reglas de Pertenencia a Grupos” que permite descubrir grupos de finales con características representativas y así identificar aquellos relevantes. Los algoritmos empleados son: la Red Neuronal Artificial Kohonen-SOM para la formación de los grupos, C4.5 para identificar las reglas de pertenencia a los grupos obtenidos y Naive Bayes para identificar cuáles son los atributos que tienen mayor relevancia en cada grupo. De esta forma, la cátedra puede enfocarse durante el desarrollo de la cursada, en mejorar los aspectos que considere, de estos grupos.

A partir del algoritmo C4.5 se obtuvieron 17 reglas que indican las características de cada grupo según el tipo de final y la cantidad de preguntas correcta e incorrectamente contestadas.

Por otro lado, de la aplicación de Naive Bayes, se obtuvieron porcentajes que permitieron determinar qué ejercicios son más representativos en los grupos, y se pudo observar cómo se distribuyen los finales, según la cantidad de preguntas correcta e incorrectamente respondidas, en los distintos grupos.

De los grupos identificados se destacan los grupos 1 y 5 ya que reúnen la mayor cantidad de exámenes finales aprobados con el rango de notas que la cátedra desea mejorar (es decir, con notas entre 4 y 6). Al analizar las características del grupo 1 se puede observar que un gran porcentaje de exámenes tienen puntaje alto de V/F Teoría y de Teoría de Circuitos, pero no así de Teoría de Metodología. Y el grupo 5 tiene un alto porcentaje de exámenes con muy buen puntaje de Teoría de Metodología pero no tanto de V/F Teoría y de Práctica de Cursograma. Por lo tanto, parecería que para mejorar el rango de bajas notas, se debería reforzar los temas Teoría de la Metodología en los finales de tipo Circuitos, y los temas V/F de Teoría y de Práctica de Cursograma en los otros finales.

Queda pendiente, para otro trabajo, un nuevo análisis para intentar identificar porque se da esto en dichos grupos y cuáles son las características del proceso de enseñanza a mejorar durante el dictado de la asignatura.

Referencias

1. Morik, K. & Rüping, S. (2002). A Multi strategy Approach to the Classification of Phases in Business Cycles. *Lecture Notes in Computer Science*, 2430: 307-318.
2. Thomsen, E. (2003). BI's Promised Land. *Intelligent Enterprise*, 6(4), Pág. 21-25.
3. Langseth, J. & Vivatrat, N. (2003). Why Proactive Business Intelligence is a Hallmark of the Real-Time Enterprise: OutwardBound. *Intelligent Enterprise* 5(18), Pág. 34-41.
4. Mobasher, B., Cooley, R. & Srivastava, J. (1999). Creating adaptive web sites through usage-based clustering of URLs. *Proceedings Workshop on Knowledge and Data Engineering Exchange*, Pág. 19-25.
5. Fayad, U. M., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P. & Uthurudamy, R. (1996). *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*. AAAI Press.

6. Pollo-Cattaneo, M., García-Martínez, R., Britos, P., Pesado, P., Bertone, R., Rodríguez, D., Merlino, H., Pytel, P. & Vanrell, J. (2012). Elementos para una Ingeniería de Explotación de Información. *Proyecciones* 10(1), Pág. 67–84. ISSN 1667–8400
7. Kuna, H., García-Martínez, R. & Villatoro, F. (2010). Identificación de Causales de Abandono de Estudios Universitarios. *Uso de Procesos de Explotación de Información. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología* 5, Pág. 39-44.
8. Saavedra-Martínez, P., Pollo-Cattaneo, F., Rodríguez, D., Britos, P., García-Martínez, R. (2012). Proceso de Identificación de Errores de Apropiación de Conceptos Basado en Explotación de Información. *Proceedings VII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. ISBN 978-987-28186-0-9.
9. Deroche, A., Pytel, P., Pollo-Cattaneo, F. (2013). Propuesta de mejora en asignatura de grado mediante Explotación de Información. *Proceedings VIII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. Artículo ID 5492. ISBN 978-987-1676-04-0.
10. Britos, P., García-Martínez, R. (2009). Propuesta de Procesos de Explotación de Información. *Proceedings XV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Workshop de Base de Datos y Minería de Datos*. Págs. 1041-1050. ISBN 978-897-24068-4-1.
11. García Martínez, R., Servente, M. y Pasquini, D. (2007) *Sistemas Inteligentes*. Editorial Nueva Librería.
12. Kohonen, T. (1995). *Self-Organizing Maps*. Springer Verlag Publishers.
13. Quinlan J (1990) Learning Logic Definitions from Relations. *Machine Learning*. 5:239-266.
14. Langley, P. & Sage, S. (1994). Induction of selective Bayesian classifiers. In *Proceedings of the Tenth international conference on Uncertainty in artificial intelligence*, Pág. 399-406. Morgan Kaufmann Publishers Inc.
15. Programa Analítico de la cátedra de “Sistemas y Organizaciones”. Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires (Plan 2008). <http://www.sistemas.frba.utn.edu.ar/images/stories/documentacion/plan08/sistemasyorganizaciones08web>.
16. Pollo Cattaneo, F. (2008). *Resolución de problemas en los sistemas de información*. Editorial CEIT (Edición 2008 y 2012). ISBN: 978-987-1063-41-3.
17. Pollo Cattaneo, F. (2008). *Los Cursogramas en las operaciones básicas de una empresa*. Editorial CEIT (Edición 2008, 2010 y 2012). ISBN 978-987-1063-54-3.

18. Rakotomalala, R. (2003) *Software Tanagra*. <http://eric.univ-lyon2.fr/~ricco/tanagra/en/tanagra.html>

Datos de Contacto:

Nicolás Andrés Raus. Grupo de Estudio en Metodologías de Ingeniería de Software. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. Argentina. nicolasraus@gmail.com.

Facundo Nicolás Lujan. Grupo de Estudio en Metodologías de Ingeniería de Software. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. Argentina. lujan.facundo@hotmail.com

Ariel Deroche. Grupo de Estudio en Metodologías de Ingeniería de Software. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. Argentina. arielderoche@gmail.com.

Cinthia Vegega. Grupo de Estudio en Metodologías de Ingeniería de Software. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. Argentina. cinthiavg@yahoo.com.ar

Pablo Pytel. Grupo de Estudio en Metodologías de Ingeniería de Software. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. Argentina. Grupo Investigación en Sistemas de Información. Departamento Desarrollo Productivo y Tecnológico. Universidad Nacional de Lanús. Argentina. ppytel@gmail.com

María Florencia Pollo-Cattaneo. Grupo de Estudio en Metodologías de Ingeniería de Software. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires. Argentina. fpollo@posgrado.frba.utn.edu.ar