

# Metodología para el desarrollo de un sistema de soporte de decisión basado en el paradigma analítico aplicado en el contexto de la enseñanza superior.

*Curso Cynthia, Constable Leticia, Colacioppo Nicolás, Britos Mallo Anabel.*

Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Sistemas de Información.

Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional

Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina. Ciudad Universitaria, [cynthia@bbs.frc.utn.edu.ar](mailto:cynthia@bbs.frc.utn.edu.ar), [leticiaconstable@gmail.com](mailto:leticiaconstable@gmail.com), [nicolas\\_colacioppo@hotmail.com](mailto:nicolas_colacioppo@hotmail.com), [anabelmbritos@gmail.com](mailto:anabelmbritos@gmail.com).

## Resumen

*El abordaje del rendimiento académico en el contexto de la enseñanza superior es una actividad sumamente compleja, ya que en este proceso intervienen un número significativo de variables. En muchas situaciones la posibilidad de tomar decisiones oportunas basadas en hechos o situaciones detectadas no deseables, representa un aspecto crítico en este ámbito justamente por la ausencia de recursos de apoyo que permitan fusionar la información de manera centralizada y consolidada que facilite la interpretación rápida y sencilla el volumen significativo de información disponible. El objetivo de proyecto de investigación es el diseño de una metodología que integrará recursos delineados en el paradigma analítico y de la inteligencia de negocios. Para validar esta metodología se implementará un sistema de soporte de decisión que permita cubrir las necesidades de información de la cátedra Paradigmas de Programación. Esta pertenece al segundo nivel de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN- Facultad Regional Córdoba. En esta instancia se ha logrado identificar la visión general de la estrategia de la cátedra, como así también el diseño de herramientas para el relevamiento de datos relacionados con aspectos académicos y socio-económicos de los estudiantes.*

**Palabras clave:** Paradigma analítico, Sistema de soporte de decisión, Educación Superior.

## 1. Introducción

Actualmente las instituciones educativas se enfrentan a un contexto con mayores demandas y exigencias, por lo que resulta importante tener la posibilidad de tomar decisiones inteligentes, colaborativas y basadas en hechos para conseguir resultados óptimos.

Este trabajo presenta una metodología para el análisis e interpretación de datos que se ha considerado para el desarrollo de un sistema de soporte a la toma de decisiones o DSS (Decision SupportSystem), implementado para apoyar a profesores de una manera simple y amigable en el seguimiento de las actividades académicas desarrolladas por los estudiantes, fortaleciendo el proceso de toma de decisiones en este ámbito.

## 2. Marco Teórico

La informática y la tecnología han provocado una evolución en la educación hacia nuevos paradigmas de enseñanza, otorgando a los estudiantes acceso a aulas virtuales desde cualquier lugar y en cualquier momento (Gómez Aguilar; García Peñalvo; Therón, 2014). En este contexto se ha generado un espacio para el registro de todas las actividades involucradas en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Estos datos se consideran valiosos para la evaluación de los estudiantes, profesores y de los propios procesos. Sin embargo representa un obstáculo para los profesores a la hora de extraer conclusiones o tomar decisiones debido al volumen significativos

de estos datos. Una alternativa apropiada para dar solución a esta situación, es mediante la aplicación de la “Analítica Académica” (en inglés, *Academic Analytics*, AA), se define como la aplicación de herramientas de inteligencia de negocios para el área de aprendizaje (Goldstein; Katz, 2005). El alcance de la “Analítica Académica” es avanzar más allá de un reporte simple de información y recomendar decisiones (Gómez Aguilar; García Peñalvo; Therón, 2014). Así como la “Analítica Académica” considera los datos capturados para tomar decisiones a nivel de institución, la finalidad de la “Analítica de Aprendizaje” (en inglés, *Learning Analytics*, LA) pone énfasis en el uso de estos datos y cualquier otra información adicional de la que se pueda obtener información, para tener un impacto sobre los estudiantes, los profesores y el proceso de aprendizaje (Long; Siemens, 2011).

Existen diversos estudios que han considerado el uso de analíticas en diferentes contextos para fortalecer el proceso de toma de decisiones de manera exitosa (Siemens, 2012) (Clow, 2012) (Baker; Siemens, 2013) (Marín; Sampredo, 2016). La capacidad analítica potencia el uso de herramientas y tecnologías que convierten los datos en utilizables, intuitivos y predictivos.

Otras de las áreas que persigue la mejora del aprendizaje, es la Minería de Datos Educativo (en inglés, *Educational Data Mining*, EDM). La Minería de Datos aplicada al ámbito educativo posee el potencial de extender un conjunto de herramientas más amplio para el análisis de cuestiones importantes sobre diferencias individuales. Estos métodos están comprendidos en las siguientes categorías: estadísticos, predicción, agrupamiento, minería de relaciones, inferencia a través de modelos y selección de datos significativos para el dominio de estudio (Fernández; Vallejo; Arbeláez; Restrepo; Giraldo, 2018). Existe una fuerte evidencia de la aplicación técnicas estadísticas combinadas

con las técnicas predictivas han sido aplicados en el ámbito educativos con resultados positivos (Galindo; Gómez; Rodríguez, 2017) (Pazmiño; Conde; García, 2018) (Eckert; Suénaga, 2015). En este contexto se considerará la aplicación de algoritmos de minería de datos para predecir fundamentalmente, entre otros aspectos, el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura bajo estudio como si fuera un problema de clasificación. Para ello se propone utilizar algoritmos de clasificación basado en reglas y en árboles de decisión, debido a que generan modelos altamente interpretables que facilitan su utilización directa en procesos de toma de decisiones.

El presente proyecto de investigación pretende mejorar la eficiencia del proceso de análisis de aprendizaje. El objetivo es proponer y validar una metodología que integre recursos definidos en la Minería de Datos Educativo y la información existente en un entorno virtual de aprendizaje, con el fin de optimizar el proceso de “Analítica Académica” y “Analítica de Aprendizaje”.

Para comprobar la metodología propuesta se desarrollará un sistema de soporte de decisión con la finalidad de proporcionar información ordenada, resumida y esquematizada lo que facilitará el análisis y permitirá tomar decisiones oportunas propiciando mejoras en las necesidades de información (Dawson; Heathcote, Poole, 2010). En la actualidad existe una variedad significativa de programas libres para generar inteligencia de negocios, y que incluyen herramientas para minería de datos, generación de informes, ETL entre otras.

El contexto aplicación será la cátedra Paradigmas de Programación perteneciente al segundo nivel de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN-Facultad Regional Córdoba. Esta cátedra tiene un dictado modalidad cuatrimestral, y el cursado regular de la misma es en el segundo cuatrimestre. Aunque en el primer cuatrimestre dictan la asignatura tres cursos

dirigidos para los estudiantes que deben recurrir la misma. La modalidad de dictado de clases teórico/práctica es en el laboratorio y se usa como recurso de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje el entorno virtual de aprendizaje Moodle.

### 3. Objetivos y Metodología

#### Objetivo General

Desarrollar una metodología que integre la información existente en los entornos virtuales de aprendizaje y recursos de la minería de datos educativa, con el fin de mejorar el análisis de la analítica académica y de aprendizaje y fortalecer el proceso de toma de decisiones.

#### Objetivos Específicos

- ✓ Identificar la situación actual relacionada con el rendimiento y qué aspectos son los que se pretende optimizar del dominio bajo estudio.
- ✓ Definir métricas analíticas relacionadas con los requerimientos detectados acerca de los procesos que se desean optimizar.
- ✓ Elaborar un esquema que permita la extracción, transformación y carga de los datos originados por la interacción con las plataformas virtuales.
- ✓ Diseñar y desarrollar una interfaz que permita la integración de los datos almacenados para la generación de tendencias y patrones recurrentes en el dominio bajo estudio.

La metodología adoptada por el proyecto de investigación es de carácter mixto. En la dimensión cualitativa se consideran los siguientes aspectos:

- ✓ Las explicaciones que se brindan a los estudiantes y profesores relacionados con los aspectos específicos del proyecto de investigación.
- ✓ El uso de entrevistas y encuestas con la finalidad de obtener categorías concretas en base a las respuestas ofrecidas por los actores.
- ✓ Construcción de conocimiento en los espacios como talleres en el que participan los profesores.

Estos aportes facilitarán hallazgos cuantitativos provenientes de los resultados de la analítica de datos, a partir de técnicas visuales de minería de datos. Estos enfoques complementarios permiten concretar las premisas de ambos paradigmas. Como esta investigación transfiere sus resultados al ámbito educativo, el enfoque mixto parece recomendable ya que proporciona una diversidad de fuentes de información, métodos y diseños para abordar problemas de investigación complejos y multidisciplinares.

### 4. Resultados

Los resultados expuestos están relacionados con el cumplimiento de los dos primeros objetivos específicos planteados.

Con la finalidad de obtener una visión general de la misión de la cátedra bajo estudio, se diseñó un mapa estratégico (Kaplan Robert y Norton David; 2000) lo que facilitó la identificación de métricas que posibilitaran la medición para determinar en qué grado fueron cumplimentadas los objetivos propuestos por la cátedra para cada perspectiva identificada en este contexto. A continuación se detalla el mapa estratégico que se confeccionó en forma conjunta con los integrantes de la cátedra. En él se detallan las perspectivas identificadas, objetivos, métricas de interés asociadas y sólo algunas fórmulas de las mismas con la finalidad de respetar la extensión del trabajo.

**Misión de la Cátedra:** esta perspectiva contempla los aspectos que la cátedra bajo estudio desea alcanzar.

✓ OR1: Favorecer el incremento del porcentaje de estudiantes que regularizan la asignatura a nivel de cátedra.

✓ OR2: Contribuir en la formación académica en el área de programación de los estudiantes para facilitar la transición al próximo cursado de las asignaturas correlativas posteriores inmediatas.

Métricas a considerar:

- Porcentaje de estudiantes de estudiantes regulares.
- Porcentaje de estudiantes con promoción práctico.
- Porcentaje de estudiantes con aprobación directa.
- Porcentaje de estudiantes que abandonaron la asignatura. Se considera en esta situación a todo estudiante que nunca asistió a clases o abandonó el cursado; es decir no concurrió a todas las instancias de evaluación.
- Porcentaje de estudiantes que no regularizaron la asignatura.
- Porcentaje de estudiantes que valoran en diferentes niveles (muy alto - alto - medio - escaso - nulo) una vez finalizado su cursado en la cátedra bajo estudio respecto a la formación que recibieron.

Fórmula: Porcentaje de satisfacción al finalizar el cursado por nivel:  $\sum \text{respuestas por nivel} * 100 / \text{cant. estudiantes inscriptos}$ .

- Ranking de temas de otras asignaturas de la carrera (Tema/Asignatura), en los que los estudiantes valoran facilidad o afinidad, que le haya proporcionado la formación recibida durante el cursado de la cátedra bajo estudio.

Fórmula: Ranking de Tema/Asignatura:  
 $\sum \text{respuestas por tema/asignatura}$ .

**Estudiantes:** en esta perspectiva se considera aspectos vinculados con la relación de los profesores con los estudiantes.

- ✓ OE1: Maximizar el desarrollo de actividades extracurriculares.
- ✓ OE2: Optimizar el grado de contención y apoyo en las actividades de aprendizaje de los estudiantes.

Métricas a considerar:

- Cantidad de tareas realizadas.
- Cantidad de tareas entregadas en el aula virtual.
- Grado/Nivel de tareas realizadas.
- Grado/Nivel de tareas entregadas en el aula virtual.
- Porcentaje de consultas respondidas en los foros.

- Tiempo promedio de respuesta a consultas en foros.
- Nivel de pertinencia de la respuesta en los foros.

**Procesos:** se define como el conjunto de procedimientos, tareas y actividades académicas que dan como resultado un servicio de docencia.

- ✓ OP1: Facilitar la transición entre asignaturas de la misma área y aportar destrezas en la asignatura troncal.

Métricas a considerar:

- Nivel de satisfacción de los estudiantes a respecto de los procesos de aprendizaje desarrollados durante el cursado de la asignatura, en relación al impacto con los procesos de aprendizaje de la materia troncal y/o correlativa.

**Aprendizaje:** esta perspectiva contempla aspectos que pueden ser mejorados por la cátedra para optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

- ✓ OA1: Optimizar las estrategias de dictado de las clases teóricas/prácticas.
- ✓ OA2: Mejorar la estrategias de diseño para los instrumentos de evaluación teórico/práctico.

Métricas a considerar:

- Tiempo de publicación de materiales teóricos en función de la planificación de cátedra.
- Tiempo de publicación de trabajos prácticos en función de la planificación de la cátedra.
- Nivel de pertinencia (excelente- muy bueno-regular-mal) de los contenidos evaluados, desarrollados y planificados.

Fórmula: Nivel de pertinencia por contenido:  $\sum \text{respuestas por nivel por contenido}$ .

Al momento de escribir este trabajo, el proyecto de investigación se encontraba en fase relacionada con el proceso de recolección de datos. Para recabar la información referida el rendimiento académico en el ciclo lectivo anterior y otros datos que pertenecen al ámbito socio-económico de los estudiantes, se diseñó una encuesta que automatizada en la plataforma Moodle. Fue dirigida a uno de los cursos

del primer cuatrimestre de la asignatura como prueba piloto, con el objetivo de refinar la encuesta en el caso que sea necesario. La idea es implementarla en los cursos del segundo cuatrimestre, que es el cursado regular de la asignatura.

A continuación se muestra en la Figura 1, una vista parcial de algunas de las preguntas que conforman la primera encuesta utilizada desde la plataforma Moodle.

**Previsualizando encuesta**

**Encuesta general** [Imprimir un cuestionario en blanco](#)

**1** ¿Cursa la materia por primera vez?

Sí  No

**2** En caso de ser recurrente: ¿Cuántas veces cursó esta materia con anterioridad?

Do not use thousands separators.

**3** En caso de ser recurrente, en su última cursada: ¿Cuántos parciales alcanzó a rendir? Tener en cuenta que son 8 instancias de evaluación incluyendo el recuperatorio de cada parcial.

Do not use thousands separators.

Figura 1. Vista parcial desde la plataforma Moodle, de las preguntas 9 a la 12 diseñadas.

En la Figura 2, se visualiza algunos resultados obtenidos de la encuesta realizada, lo que permitió obtener algunas inferencias previas del presente ciclo lectivo.

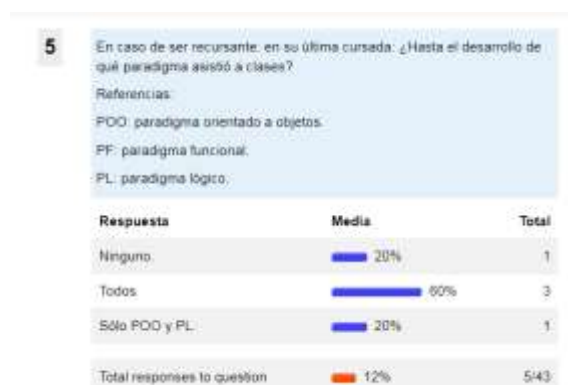


Figura 2. Vista parcial de los resultados obtenidos en la encuesta diseñada.

## 5. Conclusiones

Las siguientes se constituyen en conclusiones parciales del proyecto de investigación, derivadas del estudio teórico

de esta, y como tal permiten definir un horizonte de sus alcances en la práctica.

La analítica de datos educativos por medio del uso de técnicas de visualización, se considera una estrategia apropiada en el ámbito educativo por su potencial visual y la capacidad intuitiva hacia el análisis e interpretación gráficos. Este aspecto en concordancia con técnicas visuales para minería de datos educativos, se consideran una actividad de descubrimiento de conocimiento, pues esto implica la realización de procesos de identificación de patrones en los datos que son validados y potencialmente útiles.

Otro aspecto complementario a lo expresado en el párrafo anterior, es que los sistemas de soporte a la toma de decisiones son parte de la revolución de las tecnologías de la información y nacen de la necesidad de solucionar problemas complejos, debido a que en la actualidad, se cuenta con un volumen significativo de los datos que resulta complejo procesarlos y convertirlos en información útil para mejorar el desempeño de las organizaciones.

Es una realidad que los datos educativos en la actualidad tienden a aumentar, y una estrategia adecuada es aprender a usarlos en forma efectiva, lo cual incluye otros aspectos como la recopilación, almacenamiento, tratamiento, análisis e impactos. Esto fomentará la capacidad para el autoconocimiento, autogestión y auto-mejoramiento.

Al finalizar este proyecto de investigación se presentarán los aportes en el proceso de enseñanza de aprendizaje desde la perspectiva de los actores, derivados de la aplicación del sistema de soporte de decisión junto con un modelo metodológico de minería de datos educativos con técnicas visuales. Una de las futuras líneas de investigación es integrar la metodología resultante para la implementación de sistemas de soporte de decisión en otros explorando resultados en ámbitos diferentes al contexto educativo.

## Referencias

- Alcolea Picazo, J., & Pavón de Paula, S. (2013). Los datos como recurso estratégico Libro Blanco Inteligencia Institucional en Universidades (pp. 17-43). Madrid, Spain: OCU (Oficina de Cooperación Universitaria).
- Baker, R.; Siemens, G. (2013) "Educational data mining and learning analytics", en Sawyer, K. (ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. <http://www.columbia.edu/~rsb2162/BakerSiemensHandbook2013.pdf>
- Baño, F. P., Palacios, Á. R., Viscaino, F. A., & Baño, H. W. (2018). Sistema de soporte a la toma de decisiones, para mejorar la gestión educativa. *Educación Media de la dirección distrital Guaranda. Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas*, 1(2), 95-106.
- Clow, D. (2012) "The learning analytics cycle: closing the loop effectively". En *National Conference on Learning Analytics & Knowledge*, Vancouver, pp.134–137. <http://oro.open.ac.uk/34330/1/LAK12-DougClow-personalcopy.pdf>
- Dawson, S., Heathcote, L. & Poole, G. (2010) "Harnessing ICT potential: The adoption and analysis of ICT systems for enhancing the student learning experience". *International Journal of Educational Management*, 24 (2), 116-128. Recuperado de:<http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/09513541011020936>
- Eckert, K. B., & Suénaga, R. (2015). Análisis de deserción-permanencia de estudiantes universitarios utilizando técnica de clasificación en minería de datos. *Formación universitaria*, 8(5), 03-12.
- Fernández, L. C. C., Vallejo, V. A., Arbeláez, J. I. T., Restrepo, C. Q., & Giraldo, R. P. (2018). Aplicación de técnicas de minería de datos para la identificación de patrones de deserción estudiantil como apoyo a las estrategias de SARA (sistema de acompañamiento para el rendimiento académico). In *Congresos CLABES*.
- Galindo, E. G., Gómez, A. Z., Rodríguez, M. L., Azofra, A. A., Quesada, A. R., & Ortiz, J. L. O. (2017). Minería de datos educativos para la detección de recursos clave. *Revista de innovación y buenas prácticas docentes*, 3, 18-28.
- Goldstein, Philip J.; Katz, Richard N. (2005). *Academic analytics: the uses of management information and technology in higher education*. Educause Center for Applied Research, v. 8. <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/ers0508/rs/ers0508w.pdf>
- Gómez-Aguilar, D. A., García-Peñalvo, F. J., & Therón, R. (2014). *Analítica Visual en E-Learning. El profesional de la información*, 23(3).
- Long, Phil; Siemens, George (2011). "Penetrating the fog: analytics in learning and education". *Educause review*, v. 46, n. 5, pp. 30-32. <https://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERM1151.pdf>
- Marín Díaz, V.; Sampedro Requena, B. (2016) "Web 2.0 for the invigoration and participation of families and communities", *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5 (1), pp. 38-43. DOI: <http://dx.doi.org/10.7821/naer.2016.1.137>
- Pazmiño, R., Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., & Haro, S. (2018). Minería de datos para descubrir tendencias en la clasificación de los trabajos de titulación.
- Siemens, G. (2012) "Learning analytics: envisioning a research discipline and a domain of practice". En *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, ACM, pp. 4-8.