

Descubrimiento de factores relacionados al aprendizaje de resolución de problemas en el contexto de Ingeniería.

Curso, Cynthia Lorena

Colacioppo, Nicolás Leonardo

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba

Abstract

Este proyecto tiene como objetivo central el estudio y análisis acerca del proceso de aprendizaje vinculado a la resolución de problemas en los alumnos del primer nivel de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información. Con la realización de este estudio se pretende descubrir los factores involucrados en los procesos de enseñanza y aprendizaje, mediante el uso de técnicas de Minería de Datos aplicadas al campo de la educación.

El contexto de ejecución es la cátedra Algoritmo y Estructura de Datos perteneciente al primer nivel de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba. Se analizará el rendimiento académico de los alumnos desde el año 2008 hasta la actualidad, utilizando una metodología que combina el enfoque cuantitativo y cualitativo.

Palabras Clave

Resolución de problemas. Enseñanza en Ingeniería. Minería de Datos. Algoritmos de clasificación.

Introducción

[1] Un supuesto de la enseñanza en ingeniería, es que el ingeniero es un profesional capacitado y formado para resolver problemas. El diseño de los procesos de enseñanza basado en problemas es una cuestión compleja porque no se reduce al manejo de algunas técnicas; si no que es un proceso de pensamiento basado en la creatividad.

La resolución de problemas es un aspecto que ha sido priorizado y exigido por la CONEAU, en la evaluación de las carreras de Ingeniería. Esta comisión destaca la competencia del egresado para resolver problemas, como un indicador de la calidad educativa que brinda una institución.

Por esta razón las instituciones educativas de nivel superior se han preocupado, ante la

evidente dificultad de los alumnos para resolver problemas, en determinar cuáles son los factores involucrados en el proceso de aprendizaje.

La mayoría de los trabajos y publicaciones [5][6][7] que han abordado esta problemática, lo hacen mediante la explicación de causas o de factores que presentan los alumnos para resolver problemas algorítmicos avanzados.

Los estudios tienen en común un mismo escenario entornos en el que existe un volumen significativo de datos históricos de los alumnos para su tratamiento y análisis. Si bien esto constituye una fuente de información valiosa de los alumnos pero trae aparejado una dificultad; y es que hay muchos aspectos en los datos que rebasan las capacidades de procesamiento y asimilación de cualquier ser humano.

Para la realización de este estudio, resulta indispensable la disposición de herramientas computacionales capaces de analizar de forma automática y eficiente la gran cantidad de información acumulada en bases de datos. Por lo que sería más que interesante poder encontrar un mecanismo que permita identificar y encontrar información útil y oculta en grandes bases de datos educativas.

Esto nos permitiría dar respuesta a ¿cuáles son los factores que más afectan el aprendizaje de la resolución de problemas en el contexto de la Ingeniería?

Una alternativa para afrontar eficazmente esta problemática y dar respuesta a este interrogante, es la utilización de técnicas perteneciente a la rama de la Minería de Datos aplicadas en el contexto educativo.

La disciplina de aplicación de técnicas de minería de datos en entornos educacionales es conocida como Education al DataMining (EDM), y existe un grupo internacional que se dedica a esta área en concreto, The International Working Group on Educational DataMining (<http://www.educationaldatamining.org>).

Esta nueva área de investigación se ocupa del desarrollo de métodos para explorar datos que se presentan en el ámbito educativo, así como la utilización de estos métodos para entender mejor a los estudiantes y los contextos que ellos aprenden. En el campo educativo, las técnicas de Minería de Datos han sido utilizadas de manera exitosa para entender el comportamiento de los estudiantes (Hung y otros, 2008), (Talavera y otros, 2004), para la recomendación de actividades (Zaine, 2002), para ofrecer nuevas experiencias de aprendizaje (Au y otros, 2009), promover el trabajo colaborativo (Perera y otros, 2009) o incluso predecir el comportamiento de los alumnos (Hung y otros, 2008).

Es importante mencionar que hasta el momento la mayor parte de los estudios e investigaciones sobre Minería de Datos aplicadas al problema del aprendizaje se han aplicado mayormente a la Educación Superior. Por el contrario no hay evidencias de estudios relacionados con el descubrimiento de factores involucrados en el proceso de aprendizaje para la resolución de problemas en alumnos del primer nivel de las carreras de Ingeniería o afines.

[2] La Minería de Datos puede definirse inicialmente como un proceso de descubrimiento de nuevas y significativas relaciones, patrones y tendencias al examinar grandes cantidades de datos. La

disponibilidad de grandes volúmenes de información y el uso generalizado de herramientas informáticas ha transformado el análisis de datos orientándolo hacia determinadas técnicas especializadas englobadas bajo el nombre de Minería de Datos.

Las técnicas de Minería de Datos persiguen el descubrimiento automático del conocimiento contenido en la información almacenada de modo ordenado en grandes base de datos. Estas técnicas tienen como objetivo descubrir patrones, perfiles y tendencias a través del análisis de los datos utilizando tecnologías de reconocimiento de patrones, redes neuronales, lógica difusa, algoritmos genéticos y otras técnicas avanzadas.

La clasificación inicial de las técnicas de minería de datos distingue entre: técnicas predictivas, en las que las variables pueden clasificarse inicialmente en dependientes e independientes, y técnicas descriptivas, en las que todas las variables tienen inicialmente el mismo status.

Para poder dar respuesta al objetivo principal de esta investigación, se ha seleccionado dentro de las técnicas predictivas las que corresponden al modelo de clasificación, más precisamente, los árboles de clasificación.

[3] Un árbol de decisión tiene unas entradas las cuales pueden ser un objeto o una situación descrita por medio de un conjunto de atributos y a partir de esto devuelve una respuesta, la cual en últimas, es una decisión que es tomada a partir de las entradas. Los valores que pueden tomar las entradas y las salidas son: valores discretos o continuos. Se utilizan más los valores discretos por simplicidad. Cuando se utilizan valores discretos en las funciones de una aplicación se denomina clasificación y cuando se utilizan los continuos se denomina regresión.

Un árbol de decisión es un modelo de predicción, que se utiliza para representar y categorizar una serie de condiciones sucesivas para la resolución de un problema. El árbol de decisión suele contener nodos internos, nodos de probabilidad, nodos hojas y arcos.

Un nodo interno contiene un test sobre algún valor de una de las propiedades. Un nodo de probabilidad indica que debe ocurrir un evento aleatorio de acuerdo a la naturaleza del problema; este tipo de nodos es redondo, los demás son cuadrados. Un nodo hoja representa el valor que devolverá el árbol de decisión. Finalmente las ramas brindan los posibles caminos que se tienen de acuerdo a la decisión tomada.

[4] Existen dos enfoques o áreas dentro del Data Mining: las técnicas clásicas de Estadística y las de minería de datos propiamente dicha que derivan, en su mayoría, de los aportes de la Inteligencia Artificial, como las redes neuronales, lógica borrosa y mecanismos de aprendizaje automático.

Las funciones estadísticas ofrecen diversos métodos de pronóstico para dar apoyo al proceso de toma de decisiones. Aunque no son propias de minería de datos (se utilizaban mucho antes de que surgiera este concepto), resultan de gran utilidad a la hora de descubrir patrones o elaborar modelos de predicción. Pueden emplearse para obtener más información sobre los datos, lo que permitirá tomar decisiones más acertadas cuando se apliquen los procesos de minería. Algunos ejemplos de estas técnicas son la regresión lineal, el Análisis Factorial, el Análisis de Componentes Principales, entre otras.

En la actualidad existen distintas técnicas para el análisis de datos. Hay maneras convencionales como el OLAP, herramientas estadísticas, y una de las más recientes, la Minería de datos.

El valor agregado que ofrece el uso de la Minería de Datos, es que puede ser mejor entendida cuando se compara con otras técnicas más convencionales como los modelos estadísticos. La principal limitación de solo usar métodos estadísticos, es que se debe asumir la forma del modelo a priori.

La mayoría de las bases de datos contienen mucha información sobre estudiantes, a veces almacenadas en varias cientos de variables. En el proceso de construcción del modelo, se debe seleccionar qué variables se van a utilizar e incorporar en el modelo, y qué relación entre las variables debiera existir. Debido a esta condición, muchas relaciones interesantes son pasadas por alto. La minería de datos es muy distinta de la estadística ya que, lejos de verificar patrones hipotéticos, usa los mismos datos para descubrir los patrones existentes.

En esta investigación el objetivo general es descubrir factores que favorecen el aprendizaje en el proceso de resolución de problemas, en los alumnos de primer nivel pertenecientes a la Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Córdoba) durante el período 2010 hasta la actualidad, mediante el uso de técnicas de minería de datos.

De este objetivo general se derivan los siguientes objetivos específicos:

➤ Determinar la situación actual de las estrategias de enseñanzas impartidas, por los docentes de la U.T.N., Facultad Regional Córdoba, para el aprendizaje de resolución de problemas.

➤ Caracterizar la evolución y situación actual respecto a los niveles de aprendizaje para la resolución de problemas, en los alumnos de primer nivel de la asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos de la U.T.N., Facultad Regional Córdoba, identificando variables de análisis significativas.

➤ Determinar los factores de mayor incidencia en el proceso de aprendizaje para la resolución de problemas y sus posibles relaciones.

La implementación de técnicas de minería de datos aplicadas al contexto educativo, permitirá la definición de estrategias innovadoras para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en los alumnos, para la adquisición de conocimientos y destrezas vinculadas a la resolución de problemas.

La Minería de Datos es considerada como una potente herramienta analítica, que permite a las instituciones académicas asignar mejor los recursos y personal, gestionar de manera proactiva los resultados de estudiantes y mejorar la efectividad del desarrollo del alumnado.

Con la capacidad de descubrir patrones ocultos en bases de datos de gran tamaño, las facultades y universidades pueden crear modelos que pronostiquen, con un alto nivel de precisión, la conducta de los conglomerados de población.

Siguiendo estos modelos predictivos, las instituciones académicas pueden tratar eficazmente los problemas que comprenden desde los traslados a otras instituciones académicas y la retención, hasta el marketing y las relaciones de los antiguos alumnos.

En esta investigación se propone la utilización de técnicas de minería de datos usadas en el contexto educativo, para detectar cuáles son los factores (personales, institucionales, del ambiente entre otros) que influyen de manera positiva en el proceso de aprendizaje de resolución de problemas en los estudiantes pertenecientes al primer nivel de la Educación Superior.

Elementos del Trabajo y metodología

Para cumplimentar los objetivos específicos de esta investigación se prevé la utilización

de diferentes enfoques de trabajo, combinando metodología cuantitativa con metodología cualitativa, para caracterizar las estrategias de enseñanza actuales, el rendimiento académico de los alumnos, y categorías de análisis significativas para analizar el proceso de aprendizaje.

Para describir las estrategias de enseñanza actuales se usará como medio de recolección de datos, entrevistas no estructuradas destinada al plantel de Profesores y Auxiliares de la asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos.

El equipo de investigación y los docentes de la cátedra deberán mantener una relación de comunicación fluida y un diálogo abierto, donde surgirán necesidades e inquietudes relacionadas al proceso de enseñanza.

Después de analizar e interpretar los resultados de la entrevista al plantel docente, se procederá al diseño de una encuesta estructurada dirigida a los alumnos de todos los cursos de la asignatura. El objetivo de esta herramienta es la caracterización del aprendizaje relacionado con la resolución de problemas, mediante la definición de posibles variables o factores intervinientes.

Para complementar el estudio de este aspecto, se considerará la realización de tests psicológicos dirigido a los alumnos. La implementación del mismo será mediante la selección de una muestra representativa de alumnos considerando diversos aspectos como el horario de cursado, edad, género y diferente nivel de rendimiento académico. El propósito es identificar apreciaciones de índole personal relacionado con el aspecto emotivo que puedan afectar el proceso de aprendizaje.

Las variables consideradas y utilizadas en el diseño de las encuestas son:

- *Variable dependiente:*
 - Rendimiento académico.

➤ *Variables independientes:*

- Categoría Factores Personales
 - Autonomía de estudio.
 - Motivación.
 - Conocimientos previos.
 - Interés por la programación.
 - Asistencia a clases.
 - Edad.
 - Genero.
 - Actividad Laboral.
 - Nivel socio/económico.
 - Formación académica.
- Categoría Factores Docente:
 - Formación Docente.
 - Nivel de Conocimiento.
 - Nivel de Comunicación.
 - Claridad de exposición.
 - Diseño de material de estudio.
- Categoría: Factores Infraestructura:
 - Capacidad de aulas.
 - Capacidad de laboratorios.
 - Equipamiento.
 - Personal técnico.
 - Personal de apoyo.

Para describir la evolución de los niveles de aprendizaje vinculado con la resolución de problemas, se considerará el análisis y procesamiento de registros académicos históricos de los alumnos, que serán accedidos del sistema Autogestión (plataforma implementada por el Centro de Cómputos de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba)

Una vez analizada la información recolectada por medio de las entrevistas al plantel docente, encuestas y tests psicológicos de los alumnos, se procederá a transformar los datos resultantes a un formato adecuado para poder migrarlos a un almacén de datos.

Se prevé la caracterización de los datos existentes a través de técnicas de exploración de datos y análisis estadístico. La interpretación de los factores y posibles

relaciones se realizará mediante la implementación de técnicas de minería de datos.

Cumplimentada la etapa anterior, se planificará nuevamente un espacio de interacción y reflexión entre el grupo de investigadores y el plantel de docentes, con el propósito de cumplimentar uno de los objetivos centrales de esta investigación, que es la validación de los posibles factores involucrados en el proceso de aprendizaje en la resolución de problemas.

Resultados

A continuación se detalla el grado de avance de la investigación:

Se ha realizado una experiencia piloto en el ciclo lectivo 2012, con dos cursos de la asignatura. En los mismos se han difundido los objetivos de la investigación y resultados esperados, resaltando la importancia de su participación para poder concretar el mismo.

Los cursos seleccionados para esta experiencia piloto pertenecen al turno mañana. Uno de estos cursos tiene una proporción significativa de alumnos ingresantes, es decir que cursan por primera vez la asignatura y el otro la gran mayoría son alumnos recursantes.

Al finalizar el procesamiento de encuestas a los alumnos, algunos de los resultados obtenidos son:

del total de la muestra de alumnos considerada, los que han logrado regularizar la asignatura (55%) comparten las siguientes características:

- No tienen actividad laboral.
- Residen en la provincia.
- De este grupo un (27%) de los alumnos coincide que han tenido dificultades de aprendizaje en las primeras unidades, donde se enfatiza el aprendizaje de estrategias para la resolución de problemas.

Del análisis y procesamiento de las entrevistas abiertas a los docentes de los cursos seleccionados se puede concluir:

- Los docentes tienen formación pedagógica, algunos han alcanzado el grado de especialidad en docencia universitaria o están cursando actualmente.
- Utilizan para el dictado de sus clases recursos tecnológicos de apoyo y TIC's con el propósito de complementar y extender el espacio de enseñanza en el aula.
- Todos los docentes entrevistados coinciden que en el proceso de enseñanza de estrategias iniciales para la resolución de problemas, es necesario como complemento, un mecanismo que facilite la representación de las posibles soluciones por medio de instrumentos de especificación, como pseudocódigo o diagrama de flujo, entre otros.

Del análisis y estudio de encuestas a los alumnos se han agrupado los factores involucrados en el proceso de aprendizaje en categorías. En el siguiente gráfico se sintetizan los factores agrupados en la categoría Personal:

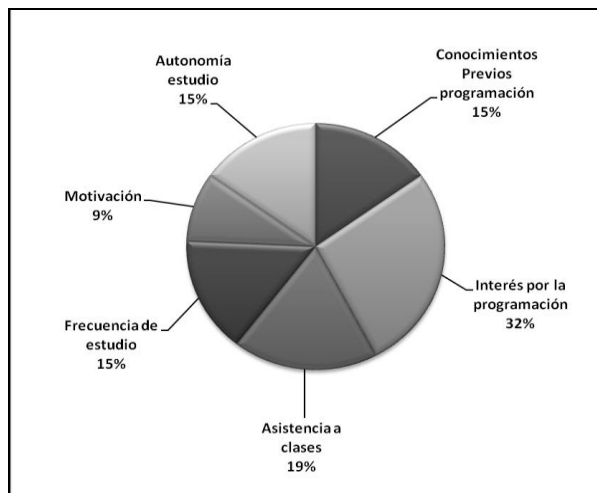


Figura 1: Porcentaje de incidencia de factores de índole personal

En lo que se refiere a los factores que involucran a los docentes y sus estrategias de enseñanzas impartidas:

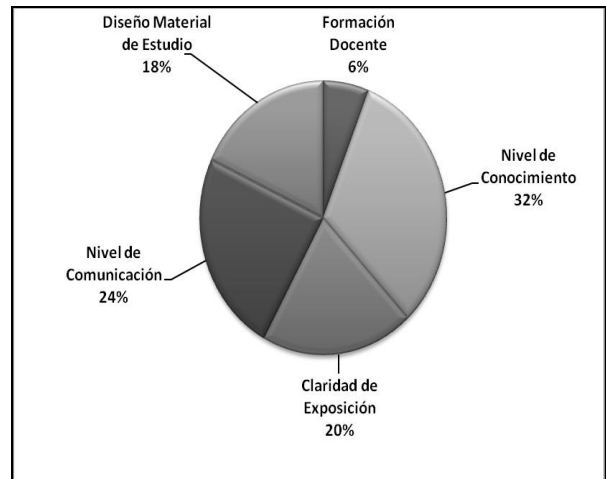


Figura 2: Porcentaje de incidencia de factores relacionado con los docentes y estrategias de enseñanza

Los factores considerados en la categoría de infraestructura se sintetizan en el siguiente gráfico:

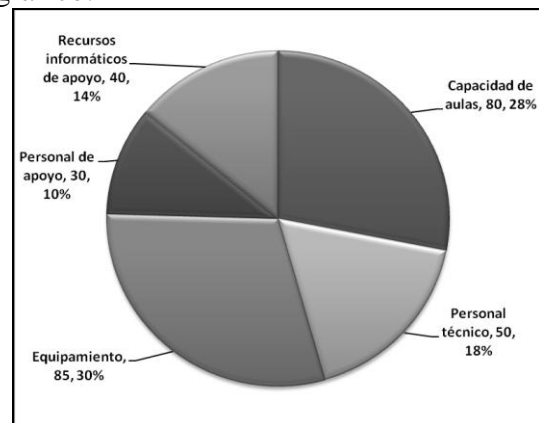


Figura 3: Porcentaje de incidencia de factores incluidos en la categoría infraestructura

Estos resultados resumen el grado de avance alcanzado que surge de la etapa de exploración de los datos. Se prevé la migración de los resultados de las encuestas y entrevistas a un almacén de datos, para la implementación de técnicas de minería de datos, y descubrir factores y posibles relaciones del aprendizaje para la resolución de problemas.

Se prevé extender esta prueba piloto a todos los cursos y plantel docente de la cátedra, con el propósito de contrastar los resultados de esta prueba piloto con el total de la población.

Discusión

Existen antecedentes de estudios, investigaciones y publicaciones que han abordado diferentes problemáticas relacionadas con el aprendizaje y la enseñanza. Estos autores han propuesto como alternativa de solución para dar respuesta al uso de técnicas de Minería de Datos. A continuación se detallan los trabajos más relevantes.

Dur Elena, Costaguta Rosanna en su trabajo intentan descubrir características del perfil de aprendizaje de los alumnos pertenecientes a la carrera de Licenciatura en Sistemas de Información perteneciente a la Universidad Nacional de Santiago del Estero. Con el fin de descubrir conocimiento proponen la utilización del Proceso de Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos y a través de técnicas de minería de datos.

La hipótesis sobre la que sustenta este trabajo es la aplicación del proceso de KDD posibilita el descubrimiento de los estilos de aprendizaje en los alumnos.

Para el desarrollo de la investigación se consideró una muestra de alumnos de 89 alumnos, que fueron seleccionados al azar. La cantidad de la muestra representa el 10% de la población.

El instrumento utilizado para recolectar los datos fue el test de Estilos de Aprendizaje propuestos por Felder y Soloman (1984). El diseño del test consistió en cuarenta y cuatro preguntas con dos posibles respuestas, en el que el alumno debe elegir una de ellas.

Los resultados de la encuesta fueron almacenados en una planilla de cálculo y migrado al formato doc para poder transformarlo al formato apropiado (arff) que es soportado por la herramienta Weka que es la considerada en este estudio.

En este trabajo por el tipo de conocimiento a descubrir se utilizaron técnicas de minería de datos de carácter descriptivo, como lo son las técnicas de agrupamiento.

Al finalizar este trabajo se valida la hipótesis planteada, es decir que se concluyó que la aplicación del proceso de KDD posibilitó determinar que existe un alto grado de homogeneidad en el estilo de aprendizaje de los alumnos. El análisis por clúster permitió identificar al estilo sensitivo-visual-activo/reflexivo-global como el dominante.

Pinzón Cadena Liza, en su investigación enfoca su estudio en la aplicación de marketing educativo aplicando técnicas de minería de datos. Este estudio se enfoca en el nivel educativo superior, y el objetivo principal es caracterizar a los estudiantes desertores de la escuela de marketing y publicidad de la Universidad de Sergio Arboleda.

Este trabajo propone la utilización de técnicas de minería de datos, para detectar los perfiles del estudiante desertor.

El desarrollo de este trabajo se llevó en el contexto del grupo de investigación Perceptron que surgió en el año 2010, en el contexto de esta institución educativa en el Programa de Marketing y Negocios Internacionales.

El objetivo general del proyecto fue hacer gestión de conocimiento sobre la nueva manera de concentrarse la información de las bases de datos empleadas en las instituciones como la Universidad Sergio Arboleda.

Para lograr el objetivo de esta investigación se utilizaron técnicas de agrupamiento, usando la herramienta Rapid Miner.

Se ha considerado que existen factores relevantes que tipifican el perfil del estudiante del Programa de Marketing y Negocios Internacionales, como son el nivel educativo, profesión de los padres, estado civil, origen de la inscripción, descripción de colegios en cuanto a calendarios, la jornada y la integración de géneros (Romero Barrios & Guevara Ospina).

Como resultado se concluye que el número óptimo de clúster para caracterizar el perfil

del estudiante son tres (Cultural, Multifacéticos, El punto).

Hasta el momento, en esta investigación los resultados obtenidos que surgen de la fase de exploración de los datos, permite la elaboración y definición de categorías de variables que permite la definición de inferencias previas en el contexto del problema. Es muy probable cuando este proyecto se haga extensivo a toda la cátedra surjan otras categorías y factores relevantes, que no han sido contemplados hasta el momento.

De esta investigación, se pueden derivar las siguientes líneas de investigación.

- Creación de nuevas técnicas de minería de datos aplicables a contextos educativos.
- Desarrollo de nuevos algoritmos con mejores resultados de clasificación y asociación.
- Metodología para el descubrimiento de factores relacionados con el aprendizaje de resolución de problemas.
- Desarrollo y creación de estrategias educativas innovadoras para el aprendizaje de resolución de problemas.
- Desarrollo de programas estadísticos intuitivos y sencillos de manejar para la fase de exploración de resultados.

Conclusión

[8] La resolución de problemas implica una situación de transferencia de conocimientos, ocupando un lugar relevante en el proceso educativo universitario como estrategia de enseñanza, como actividad de aprendizaje y como instrumento de evaluación.

En el contexto de enseñanza de la programación, son considerados como problemas todos aquellos a los que el estudiante se enfrenta, tanto en situaciones de aprendizaje como de evaluación: problemas propuestos oralmente en el aula, problemas de lápiz y papel enunciados en guías de estudio, problemas experimentales

abordados en las clases de laboratorio, pequeñas investigaciones desarrolladas como trabajos especiales, etc.

La importancia de la resolución de problemas en el contexto de la Ingeniería, es fundamental ya que la gran mayoría de los proyectos en Ingeniería se derivan de problemas que deben ser resueltos de manera interdisciplinaria y su correcta resolución brinda el espacio de trabajo para un futuro profesional.

Como se ha mencionado anteriormente existen diversas problemáticas que se suscitan en el entorno del aprendizaje, y que pueden ser respondidas por herramientas tradicionales, como herramientas OLAP, o métodos estadísticos y uno de los más recientes y novedosos, los métodos que ofrece la Minería de Datos.

En esta investigación propone el uso de técnicas de Minería de Datos, que son consideradas como una potente herramienta analítica, que permite a las instituciones académicas asignar mejor los recursos y personal, gestionar de manera proactiva los resultados de estudiantes y mejorar la efectividad del desarrollo del alumnado. Con la capacidad de descubrir patrones ocultos en bases de datos de gran tamaño, las facultades y universidades pueden crear modelos que pronostiquen, con un alto nivel de precisión, la conducta de los conglomerados de población.

Siguiendo estos modelos predictivos, las instituciones académicas pueden tratar eficazmente los problemas que comprenden desde los traslados a otras instituciones académicas y la retención, hasta el marketing y las relaciones de los antiguos alumnos.

Con la implementación de técnicas de minería de datos aplicadas al contexto educativo, permitirá la definición estrategias innovadoras para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en los alumnos, para la adquisición de

conocimientos y destrezas vinculada a la resolución de problemas.

Referencias

[1] Jóver, María Luisa;"La resolución de problemas en la enseñanza de la Ingeniería", Revista Argentina de Enseñanza en la Ingeniería- Año 4 Nro. 6 Julio (2003) Págs. 81-86.

[2] Pérez López Cesar, Santín González Daniel;"Minería de Datos. Técnicas y Herramientas", Editorial: Thompson (2007), ISBN:

[3] Serra Araujo, Basilio;"Aprendizaje automático: Conceptos Básicos y Avanzados: Aspectos Prácticos utilizando el software Weka", Editorial: Prentice-Hall (2006), ISBN: 9788483223185.

[4] Lucena, María;"Proyecto de Fin de Carrera: Análisis Comparativo entre Métodos Estadísticos y de Minería de Datos", (2005), <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/42b974d2de20c.pdf>

[5] Olmos Karla, Morales Cristal, Rojas Teresa, Fernández Felipe; Objetos de Aprendizaje Enfocados a la Resolución de Problemas para Facilitar la Enseñanza de la Programación.

Link de consulta:

http://academia.edu/1303813/Objetos_de_Aprendizaje_Enfocados_a_la_Resolucion_de_Problemas_para_Facilitar_la_Ensenanza_de_la_Programacion

[6] Dur Elena, Costaguta Roxana; Minería de Datos para descubrir estilos de aprendizaje.

Revista Iberoamericana de Educación. Número: 42 (2007) ISSN: 1681-5653

Sitio web: <http://www.rieoei.org/1674.htm>

[7] Cadena Pinzón, Aplicando Minería de Datos al marketing educativo.

Link de consulta:

<http://www.usergioarboleda.edu.co/investigacion-marketing/marketing/articulo5MineriaDatos.pdf>

[8] Concari B. Sonia, El Modelado y la Resolución de Problemas: Ejes para la Enseñanza de la Física para Ingenieros, Link de consulta:

<http://www.unrc.edu.ar/publicar/cde/05/Concari.htm>

[9] Pajares Martín-Sanz, De la Cruz García Jesús; Aprendizaje Automático. Un enfoque práctico, 2010, ISBN: 9788499640112

[10] Basilio Sierra Araujo, Aprendizaje Automático: conceptos básicos y avanzados. Aspectos prácticos utilizando el software Weka. 2006, ISBN 10: 84-8322-318

[11] Orallo Hernández José, Ramírez José, Ferri Cesar; Introducción a la Minería de Datos, 2004, ISBN: 8420540919

[12] Cuadras M Carles, "Nuevos Métodos de Análisis Multivariante", CMC Editions, Barcelona España (2012),

Link de consulta:

<http://www.ub.edu/stat/personal/cuadras/metodos.pdf>

[13] Nickhil R. Pal, Lakhmi Jain;Advanced Techniques in Data Mining and Knowledge Discovery, Springer (2005),ISBN:1-85233-867-9

Datos de Contacto:

Cynthia Lorena Corso. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina. E-mail. cynthia@bbs.frc.utn.edu.ar