



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOE 2014

Nuevos escenarios
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

ANÁLISIS DE ESTILOS DE APRENDIZAJE EN LOS ESTUDIANTES DE PRIMER SEMESTRE ACADÉMICO DE LA UFPSO

Claudia Marcela Durán Chinchilla, Alveiro Rosado Gómez, Malka Irina Cabellos Martínez

Universidad Francisco de Paula Santander
Ocaña, Colombia

Resumen

Cada individuo tiene distintas formas de percibir y de entender, de actuar de adquirir conocimiento, etc; por lo que se puede decir, que existen diferentes modelos cognitivos de aprendizaje y que por tanto, la manera de pensar y percibir es propia en cada persona, y que por supuesto, la manera de aprender está relacionada con la forma de recopilar, organizar, pensar y repensar la nueva información.

Esta propuesta investigativa, pretende indagar y establecer los estilos de aprendizaje que utilizan los estudiantes en la asignatura de Cálculo Diferencial en los programas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Sistemas.

Para la recolección de información se aplicaron los test de Felder — Silverman y Kolb, de la misma manera, se tomaron como fuente de información las notas finales registradas en el Sistema de Información Académica (SIA). Una vez se tuvieron los cuestionarios diligenciados, tabulados y digitalizados se procedió a aplicar técnicas de minería de datos, siguiendo algunas de las etapas que propone el proceso de extracción del conocimiento.

Esta investigación es un insumo adicional a la universidad para adelantar de forma eficaz, tareas y estrategias para la disminución y prevención de la deserción.

Palabras clave: aprendizaje; estilos de aprendizaje; minería de datos

Abstract

Everyone has different ways to perceive, to understand, to acquire knowledge, etc.; so we can say there are different cognitive learning models and therefore, the thinking and perceiving way is from each one person, and of course, learning way is related to the manners of collecting, organizing, thinking and rethinking the new information.

This research aims to investigate and to establish the learning styles used by differential calculus program students, from Civil, Mechanical and Systems Engineering.

To collect information, Felder Silverman and Kolb tests were applied. As information source was taken the endnotes Academic Information System (AIS) registers - Once questionnaires are filled out, scanned and tabulated, we proceed to apply data mining techniques, following some steps proposed to knowledge extraction.

Research results provide additional support to the university to advance effectively, by tasks and strategies to reduce and prevent desertion issues.

Keywords: learning; learning styles; data mining

1. Introducción

Los procesos de enseñanza aprendizaje son unas de las temáticas de investigación más abordadas en el ambiente académico y mucho es lo que se ha escrito al respecto; sin embargo, es un tema que día a día toma mayor auge ya que es indispensable para el fortalecimiento de la academia.

Desde la anterior apreciación, uno de los problemas que afectan la gran mayoría de las instituciones de educación superior, es el abandono de los estudios por parte de los estudiantes, este flagelo ha llegado a ser tan grande en Colombia, que en el año 2007 alcanzó una cifra del 47%, razón por la cual, el Ministerio de Educación Nacional lanza el Proyecto de Estrategias para Disminuir la Deserción en Educación Superior (Guzmán Ruiz, 2007), el cual produjo una herramienta de medición del abandono de los estudios superiores llamado Sistema para la Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (SPADIES), el cual permite hacer el seguimiento al comportamiento de la deserción y la ponderación de causas o factores determinantes del fenómeno.

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, no es ajena a ésta problemática, por lo que delega al equipo de docentes investigadores, Indagar y establecer los estilos de aprendizaje de los estudiantes de primer semestre académico de los planes de estudio de Ingeniería Civil, mecánica y Sistemas aplicando técnicas de minería de datos, para que con los datos recolectados se desarrollen estrategias académicas y de la misma manera se Genere un modelo que permita predecir el rendimiento académico de un estudiante a partir de su estilo de aprendizaje.

Hasta el momento se ha aplicado una prueba piloto (Cuestionario de Felder – Silverman), la cual ha permitido obtener datos importantes en lo relacionado a los estilos de aprendizaje, sin embargo, por ser prueba piloto, se hace necesario realizar el procedimiento planteado en la metodología de la propuesta. Es valioso aclarar que se seleccionaron solamente los grupos que cursan la asignatura Cálculo diferencial ya que es allí donde se presenta mayor índice de deserción: correspondiente al 69%

2. Metodología

La presente investigación aborda un enfoque cuantitativo, dado que utiliza valores de este tipo para describir los estilos de aprendizaje de los estudiantes de primer semestre de los programas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Sistemas.

La población objeto de estudio está conformada por los estudiantes que cursan la materia Calculo Diferencial, en los periodos académicos de 2013-1, 2013-2 y 2014-1. A los estudiantes se les efectuaron dos cuestionarios, uno con las preguntas y opciones de respuesta, proporcionadas por Felder – Silverman (Felder, 1988) y el otro con las preguntas y opciones de respuesta propuesto por David Kolb (Kolb, 1984). Una vez se tenga los datos de los estilos de aprendizaje, para cada estudiante se le complementara su registro con su calificación final en la materia; según el estatuto estudiantil de la UFPSO, con la nota final se determina si un estudiante aprobó o no el curso que fue matriculado.

Con la información ya integrada y organizada se procede a aplicar las fases del proceso de extracción del conocimiento (Knowledge Discovery in Databases, KDD), el cual comienza con la definición de las fuentes de datos, a esos datos se les ejecutan una serie de procesos hasta terminar con el aprovechamiento del conocimiento generado (Hernandez Orallo, Ramirez Quintana, & Ferri Ramirez, 2004).

La fase inicial es la de integración y recopilación, la cual pretende establecer cómo se realizará la recolección de los datos; estos pueden estar contenidos en diferentes fuentes de datos, de forma física (documentos, reportes, etc), como de forma digital (bases de datos), las fuentes pueden ser internas (propia de la organización) como externa (estudios, estadísticas, tendencias, etc).

Una vez estén definidos e integrados los datos se pasa a la fase de selección, limpieza y transformación, es decir, se escogen los datos que sean útiles para el descubrimiento del conocimiento. Una vez se determinen los datos con los que se quiere trabajar, se realiza una revisión de la consistencia de ellos, dado que puede estar afectada por registros duplicados, basura en los datos, valores faltantes o simplemente incoherencia en los datos. Lo que

se intenta en esta fase es mejorar la calidad de los datos para obtener un mayor rendimiento de los algoritmos de minería de datos (Data Mining, DM). Una vez mejorados los datos se pueden generar nuevos atributos adicionales a partir los existentes o se transforman los datos de valores cuantitativos pasar a cualitativos o viceversa.

Con los datos seleccionados y transformados, se puede realizar la fase siguiente en la cual se ejecutan una variedad de algoritmos con el fin de llegar al resultado esperado, obteniendo patrones o modelos (que reflejan el comportamiento de los datos) que en síntesis son el objetivo de extraer el conocimiento. Para determinar si el modelo generado es consistente se someten a pruebas y al análisis de expertos del dominio del proyecto, si es necesario se vuelve a las fases anteriores para una nueva iteración.

Una vez esté garantizado que los modelos generados son válidos y provechosos para el contexto de aplicación, debe ser divulgado y utilizado dentro de la organización, para soportar la toma de decisiones

3. Reflexiones Conceptuales

Desde la apreciación de Vigotsky, el aprendizaje es entendido como una fuente de desarrollo que activa numerosas funciones cognoscitivas que permite la apropiación de las características humanas no naturales, sino formadas históricamente y socialmente, por otro lado, el aprendizaje ha sido definido por los psicólogos cognitivos como “el proceso de adquisición, reestructuración y cambio en las estructuras del conocimiento en el que la percepción, la atención y la memoria a partir de la interpretación dinámica de los fenómenos juegan un papel importante” (Muñoz Gonzalez & Ontoria Peña, 2010) Es decir es la manera en que cada individuo hace lecturas de la sociedad, de su mundo y cómo esa información es procesada a través del pensamiento y con ello toma decisiones frente a situaciones diversas.

Para Kolb el aprendizaje es una característica que se da a partir de la experiencia, las necesidades y metas del sujeto. El aprendizaje es llevado a cabo mediante diversos procesos en un ciclo de aprendizaje compuesto por cuatro etapas: La experiencia concreta (EC), la observación reflexiva (OR), la conceptualización abstracta (CA) y por último la experimentación activa (EA).

Según Kolb el aprendizaje es “el proceso mediante el cual el conocimiento se crea a través de la transformación de la experiencia. El conocimiento resulta de la combinación de captar y transformar la experiencia” (Gild & Garger, 1998), de acuerdo a este autor, en el aprendizaje operan las cuatro etapas, pero habitualmente se encuentran diferencias individuales en el modo en que las mismas se combinan dialécticamente y se usan con mayor preferencia, experimentando las demás de una manera más superficial. Los indicadores de estas preferencias individuales son los estilos de aprendizaje: convergente, divergente, asimilador y acomodador.

De la misma manera, Kolb identificó cuatro tipos predominantes de estilos de aprendizaje: convergente, divergente, asimilador y acomodador. Kolb creó un instrumento al que denominó inventario de estilos de aprendizaje (LSI), que es un cuestionario compuesto por doce series de palabras que es preciso ordenar por preferencia. Cada palabra representa uno de los estilos de aprendizaje propuestos (Ventura, Moscoloni, & Gagliardi, 2011).

Desde otra mirada, Felder y Silverman (1988) formularon un modelo de estilos de aprendizaje retomando las dimensiones percepción (experiencia concreta y la conceptualización) y procesamiento (observación reflexiva y la experimentación activa) propuestas en la clasificación de Kolb (Felder & Brent, 2005). En el sistema de Felder y Silverman (1988), la experiencia concreta y la conceptualización categorizadas por Kolb se designan estilo sensorial reflexiva y la experimentación activa se denominan estilo reflexivo y estilo activo respectivamente. Simultáneamente, este enfoque incorporó dos dimensiones profusamente analizadas en otros modelos de estilos de aprendizaje: la representación y la comprensión.

La minería de datos proporciona un conjunto de técnicas que permiten hacer un tratamiento especial a los datos con el ánimo de descubrir conocimiento en ellos que antes se ignoraba que pudiese existir (Han & Kamber, 2006). Dentro de los tipos de aprendizaje que se pueden generar, están el supervisado y el no supervisado; el primero se basa en los datos para predecir el comportamiento futuro o salida y el segundo se encarga de describir como es el comportamiento y afinidad de los datos con respecto al conocimiento que se quiere encontrar (Witten, 2011). En este proyecto se utilizó el aprendizaje supervisado, dado que cada registro pertenece a una clase; la cual se encarga de clasificar si cada instancia que se tiene pertenece o no a ella. Para determinar la clase a la cual pertenece un estudiante, se aplicó la técnica de árboles de decisión que consiste en decir si una instancia cumple o no cumple una condición. El árbol se representa por un conjunto de nodos, hojas y ramas. El nodo raíz es el atributo inicial el cual inicia el proceso de clasificación. Cada posible respuesta representa mediante un nodo hijo. Las ramas que salen de cada nodo se encuentran etiquetadas el

valor del atributo. Los nodos finales o nodos hoja corresponden a una decisión, la cual coincide con una de las variables clase del problema a resolver (Hernandez Orallo, Ramirez Quintana, & Ferri Ramirez, 2004).

4. Resultados

Como se mencionó en la metodología propuesta, el proceso comienza con la integración y recopilación de los datos, su posterior selección, limpieza y transformación, cuando ya estén en el formato adecuado se aplican los algoritmos de minería de datos y por último se realiza la interpretación y evaluación de los resultados. A continuación se muestra los resultados de la aplicación de cada una de las fases.

4.1 Recopilación de datos

Como se explicó anteriormente, hasta el momento se ha realizado una prueba piloto, la cual fue aplicada a los estudiantes de ingeniería Civil, sistemas y mecánica, en la asignatura de cálculo diferencial, la misma se aplicó de manera simultánea con el fin de garantizar que todos los docentes, encargados de esa cátedra, están evaluando y desarrollando los mismos contenidos, la prueba fue aplicada a 15 grupos, a un total de 388 estudiantes. La tabla 1, muestra cómo se encuentran los 17 atributos que constituyen el resultado e integración de los resultados de la aplicación de los dos instrumentos para determinar la forma de aprender del estudiante. Esta tabla muestra el nombre del atributo, que es lo que contiene y si es discreto o continuo; el primero es si está compuesto por un conjunto limitado de valores y el segundo si hace parte de una serie de valores distintos.

Tabla 1. Lista de atributos

Atributo	Descripción	Tipo de Valor
Código	Numero interno de cada programa académico que identifica a cada estudiante dentro de él.	Continuo
Nombre	Nombre completo del estudiante	Continuo
Nota	Calificación final de la materia de un estudiante que oscila entre 0 y 5.	Continuo
Repite	Valor que muestra si un estudiante es repitente dentro de la materia.	Discreto
Semestre	Corresponde al número de periodos académicos que el estudiante tiene aprobados dentro de la universidad	Continuo
Activo	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de Felder – Silverman.	Continuo
Reflexivo	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de Felder – Silverman.	Continuo
Sensorial	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de Felder – Silverman.	Continuo
Intuitivo	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de Felder – Silverman.	Continuo
Visual	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de Felder – Silverman.	Continuo
Verbal	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de Felder – Silverman.	Continuo
Secuencial	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de Felder – Silverman.	Continuo
Global	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de Felder – Silverman.	Continuo
Experiencia concreta	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de David Kolb .	Continuo
Observación Reflexiva	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de David Kolb .	Continuo
Conceptualización abstracta	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de David Kolb .	Continuo
Experimentación activa	Corresponde a la sumatoria de las respuestas dadas por el estudiante, en este estilo de aprendizaje para el test de David Kolb .	Continuo

4.2 Selección, limpieza y transformación

Una vez identificados los atributos y los valores que contienen, fue necesario eliminar registros que estaban duplicados dado que existían estudiantes que presentaban nuevamente el cuestionario y existen casos en los cuales el estudiante responde diferente de un semestre al otro (Hernandez Orallo,

Ramirez Quintana, & Ferri Ramirez, 2004). Para no afectar los resultados con este comportamiento se eliminaron los estudiantes que presentaron el test en más de una ocasión. Esta acción redujo el número de datos a 239 registros. Otra acción que se llevó a cabo fue la de definir el estilo de aprendizaje del estudiante para Felder – Silverman y David Kolb, lo que redujo la cantidad de atributos, dentro de los estilo de Felder – Silverman, hubo instancias que coincidían con más de un estilo; esta situación produjo que se definiera un nuevo estilo llamado Equilibrado, el cual corresponde a los estudiantes que tienen más de un estilo de aprendizaje predominante. Los atributos código y nombre también se eliminaron debido a que proporcionan una alta dimensionalidad¹ y no corresponden a un comportamiento común dentro del conjunto de datos (Rodríguez Rodríguez, 2010). La tabla 2, muestra el conjunto de atributos resultantes con sus respectivos valores (separados por comas).

Tabla 2. Atributos a procesar

Atributo	Valor
Semestre	Númérico contiene valores del 1 al 6
Repite	Si, No
Estilo Felder	Equilibrado, Visual, Sensorial, Secuencial, Verbal, Activo, Global, Reflexivo, Intuitivo.
Estilo Kolb	Divergente, Balanceado, Acomodador, Asimilador, Convergente.
Clase	Aprobó, Perdió

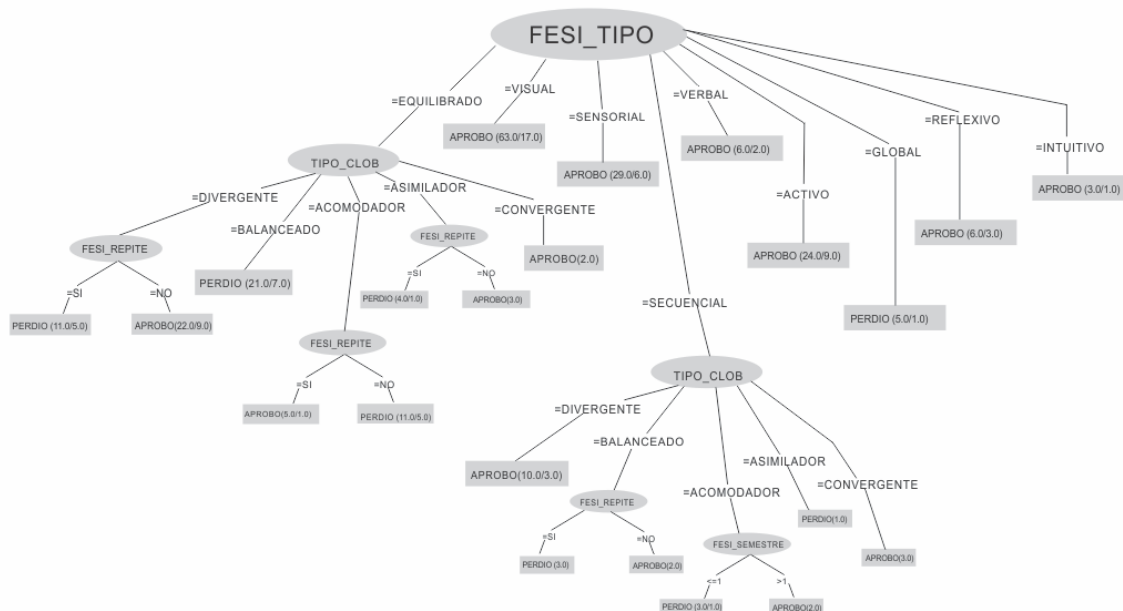
4.3 Minería de datos

Con los atributos definidos y discretizados, se procede a aplicar el algoritmo J48, el cual es una implementación para trabajar arboles de decisión (Witten, 2011). El árbol de decisión generado tiene 22 hojas y un tamaño de 30, el tiempo para construir el modelo fue de 0.06 segundos. El árbol se generó con 239 instancias, de las cuales el 80% se utilizó para construir el modelo y 20% para la evaluación. Adicionalmente el parámetro de nivel de confianza se configuro con el 40%, para construir un árbol con mejor número de hojas que describa mejor el comportamiento.

4.4 Interpretación y evaluación

La figura 1, muestra como es el árbol que se generó con los datos introducidos. En ella se puede observar que el nodo raíz es el estilo de aprendizaje propuesto por Felder – Silverman y que solo los estilos secuencial y equilibrado, se relacionan con los estilo de kolb.

Figura 1. Árbol Resultado



¹ Se considera como el número de posibles valores que pueda tener un atributo.

Dentro de los resultados mostrados por el árbol (figura 1) se pueden establecer las siguientes interpretaciones:

Si el estilo de aprendizaje de Felder – Silverman (EAF) es equilibrado, el estilo de aprendizaje de Kolb (EAK) es divergente y el estudiante está repitiendo la materia es posible que la pierda mientras que aquel que la cursa por primera vez tiene más opciones de ganarla. En cambio si tiene EAK acomodador es más factible perderla para los nuevos que los repitentes.

Si el EAF es equilibrado, el EAK es balanceado el estudiante pierde en todos los casos. Por el contrario si el EAK es convergente va aprobar.

Para el caso del EAF equilibrado, el EAK es asimilador y el estudiante es de primer semestre perderá, mientras que los de semestre mayor aprobaran. Cuando el EAF es visual, el estudiante aprobará la materia. Este comportamiento es similar para los estilos verbal, activo, reflexivo e intuitivo, pero lo contrario ocurre cuando el estilo es global en cuyo caso el estudiante reprobará.

Para el EAF es secuencial, EAK asimilador y convergente, el estudiante perderá la materia. Por el contrario cuando el EAK es divergente la aprobará.

Si el EAF es secuencial, EAK es balanceado y el estudiante que está repitiendo la perderá, por el contrario cuando el estudiante es nuevo la aprobará.

Si el EAF es secuencial, EAK es acomodador y el estudiante está ubicado en un semestre superior al primero el estudiante aprobará, por el contrario cuando el estudiante es de primer semestre reprobará.

Los resultados del árbol cuentan con un porcentaje de acierto de 59% de instancias clasificadas correctamente y 41% clasificadas de forma incorrecta. La concordancia entre los datos de prueba y la clasificación hecha por el modelo, es de 0.0188, lo que indica que está alejado de uno, es decir el modelo no tiene la máxima coincidencia entre lo que se introduce y lo que es capaz de predecir; esto explica porque los resultados en las hojas del árbol no son completamente puros ni contienen la gran cantidad de instancias que coincidan con esa clasificación.

5. Conclusiones

En cada uno de los asuntos académicos y pedagógicos llevados a cabo en el proceso de enseñanza aprendizaje, es fundamental, especialmente en lo referente a los estilos de aprendizaje. que el docente sea conocedor y estudioso de estos; él, no puede estar alejado de esta realidad, debe entender de igual manera, que cada uno de los estudiantes tiene su propia forma de aprender, por lo que se requiere que se implementen distintas didácticas que coadyuden a fortalecer las potencialidades, las debilidades del docente, dentro y fuera del aula. Es necesario pues, que el profesor conozca, las diferentes formas de aproximarse al aprendizaje de cada uno de sus estudiantes, sus actitudes, valores, habilidades, destrezas, dificultades, etc.; ello conduce a apropiarse de acciones pedagógicas en las que prevalezca la reflexión para conseguir un cambio didáctico y un proceso de enseñanza más individualizado como medio para evitar el fracaso escolar. De tal manera que se eleve la calidad académica y por ende la deserción académica.

En el caso de esta investigación se tuvo en cuenta primordialmente los estilos de aprendizaje propuestos en fichas técnicas por Kolb y Felder – Silverman los cuales permitieron establecer cuáles son los estilos que tienen un comportamiento relacionado con el acierto y cuales al fracaso. El EAF secuencial muestra una relación con el EAK, lo cual propone que en conjunto la combinación de estos estilos puede inducir a establecer que un estudiante dependiendo del semestre que cursa o si está cursando la materia por primera vez, puede o no perder la materia.

Con los resultados que arrojó el árbol muestran que el estilo de aprendizaje que mejor predice el éxito del estudiante es el de Felder – Silverman, dado que fue el que el algoritmo selecciono como nodo principal o raíz. Esto también lo completa el hecho que el EAF visual, es el que tiene el mayor número de instancias, lo que indica que es el estilo que tiene un grupo nutrido de los estudiantes que aprueban la materia.

Identificando los estilos de aprendizaje de éxito y fracaso en la materia, se pueden establecer estrategias didácticas que estimulen el desarrollo del aprendizaje por parte de los estudiantes. Esto acompañado del análisis del comportamiento de los docentes que imparten el curso y su forma de exponer los contenidos.

6. Referencias

- Felder, R. y. (1988). *Learning and Teaching Styles In Engineering Education*.
- Felder, R., & Brent, R. (2005). Understanding Student Differences. *Engineering Education*, 57-72.
- Gild, P., & Garger, S. (1998). *Marching to Different Drummers*. Usa: 2 edición.
- Han, J., & Kamber, M. (2006). *Data Mining, Southeast Asia Edition: Concepts and Techniques*. San Francisco: Morgan Kaufmann.

- Hernandez Orallo, J., Ramirez Quintana, M. J., & Ferri Ramirez, C. (2004). *Introducción a la minería de datos*. Madrid: Pearson.
- Kolb, D. (1984). *Experiential Learning*. New Yersey: Hall.
- Muñoz Gonzalez, J. M., & Ontoria Peña, A. (2010). Implicacion del Alumnado en el Proceso de Aprender a Pensar. *Reifop*, 191-200.
- Rodríguez Rodríguez, J. E. (2010). *Fundamentos de minería de datos*. Bogota: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
- Ventura, A. C., Moscoloni, N., & Gagliardi, R. P. (2011). Estudio Comparativo Sobre los Estilos De Aprendizaje de estudiantes Universitarios Argentinos de Diferentes Disciplinas. *Psicología desde el Caribe*, 277-300.
- Witten, I. H. (2011). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Burlington: Morgan Kaufmann.

Sobre los autores

- **Claudia Marcela Durán Chinchilla**. Licenciada en Lingüística y Literatura, Especialista en Práctica Docente Universitaria; estudios de Doctorado en Educación, y maestría en prácticas pedagógicas. Directora Departamento de Humanidades Facultad de Educación Artes y Humanidades, Investigadora grupo de Investigación GIFEAH. cmduranc@ufpso.edu.co.
- **Alveiro Rosado Gómez**. Ingeniero de Sistemas, Especialista en Gestión de Proyectos Informáticos, Magíster en Gestión Aplicación y Desarrollo de Software, Director del Departamento de sistemas e Informática, Investigador del grupo de investigación GITYD. aarosadog@ufpso.edu.co.
- **Malka Irina Cabellos Martínez**. Física, Especialista en Práctica Docente Universitaria, Directora del Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Educación Artes y Humanidades, Investigadora grupo de Investigación GIFEAH. micabellosm@ufpso.edu.co.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)