

# Adaptación de un modelo de evaluación e implementación de una herramienta software para la evaluación del *Nasa Yuwe*\*

mee  
nay  
te

## **Luz Marina Sierra Martínez, MBA.**

Ingeniera de Sistemas. Docente Universidad del Cauca.  
lisierra@unicauca.edu.co

## **Roberto Carlos Naranjo, Msc.**

Ingeniero de Sistemas. Máster en Ingeniería de Sistemas  
y Computación. Docente Universidad del Cauca.  
rnaranjo@unicauca.edu.co

## **Tulio Enrique Rojas Curieux, PhD.**

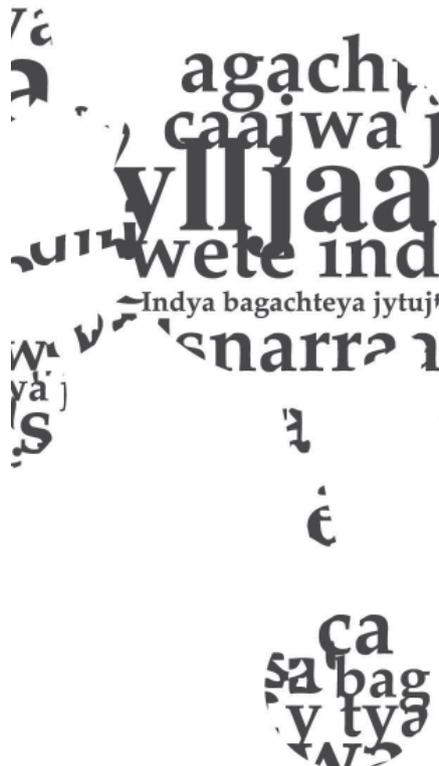
Antropólogo. Doctorado en Linguistique Theorique  
Formelle Et Automatique. Universidad París VII.  
Docente Universidad del Cauca.  
trojas@unicauca.edu.co

## **Diego Fernando Benavides Rodríguez**

Ingeniero de Sistemas, Universidad del Cauca  
diegob@unicauca.edu.co

## **Óscar Andrés Benavides Rodríguez**

Ingeniero de Sistemas, Universidad del Cauca  
andresb@unicauca.edu.co



Recepción: 03 de septiembre de 2009 | Aceptación: 11 de noviembre de 2009

\* *Nasa Yuwe*: Lengua de la comunidad Nasa, Colombia.

## Resumen

A partir de la caracterización y las necesidades de la comunidad Nasa se plantea la aplicación de un modelo de evaluación y la implementación de una herramienta software que soporte el modelo de evaluación adaptado. En el artículo se describe el modelo de evaluación que se propone, así como los elementos de la construcción de la herramienta mencionada: su arquitectura y los servicios que se ofrecen en la plataforma que soporta la Comunidad Virtual. También se presenta la adaptación de la herramienta weka a la herramienta implementada y los resultados logrados gracias a dicha operación.

## Palabras clave

Adaptación de modelo de evaluación  
Técnica híbrida de minería de datos  
Clustering  
Reglas de asociación  
Comunidad Nasa  
*Nasa Yuwe*

## Application of an Evaluation Model and Implementation of a Software tool for *Nasa Yuwe* Evaluation

### Abstract

From the characteristics and necessities of the Nasa indigenous community the application of an evaluation model and the implementation of a software tool supporting the adopted model is presented. The proposed evaluation model is described as well as the construction elements of the software tool such as the architecture and the services offered by the virtual community supporting platform. The adaptation of the Weka tool to the implemented software tool as well as the results of said operation are also presented.

### Key words

Evaluation model adaptation  
Hybrid technique data mining  
Clustering  
Association rules  
Nasa community  
*Nasa Yuwe*

## Introducción

**E**l pueblo Nasa es el más numeroso del departamento del Cauca en Colombia. Tiene presencia mayoritaria en los resguardos y cabildos del departamento. A la llegada de los conquistadores españoles a sus tierras, estos los llamaron pueblo Páez, pero el único nombre reconocido por esta comunidad es Nasa, cuyo significado es “gente”. En adelante toda referencia a este pueblo se entenderá como pueblo Nasa.

Algunos resguardos del pueblo Nasa se encuentran cerca de ciudades como Popayán, Santander de Quilichao y Cali. Esta situación les trae grandes ventajas a nivel comercial pero también importantes desventajas como son: pérdida de sus tradiciones culturales, especialmente para la población joven, la cual ve alejarse progresivamente sus tradiciones

y su lengua, el *Nasa Yuwe*. Esto se puede apreciar en los resguardos donde el Nasa yuwe es más hablado por los adultos que por los jóvenes y niños, quienes mayoritariamente se comunican en castellano (Rojas, 2006).

La actual organización del sistema educativo ha propiciado que el Nasa yuwe sea solo una asignatura dentro del currículo escolar. Sumado a esto, el nivel de apropiación de las herramientas computacionales por parte de las comunidades indígenas, y en particular de la comunidad Nasa, se limita en muchos casos a labores de oficina y uso de correo electrónico como medio de divulgación. No se trabaja efectivamente en aplicaciones adecuadas para su propia realidad (Rojas, 2006).

Para el trabajo que se expone, se entiende que la formación y apropiación de elementos tecnológicos, como las herramientas computacionales, deben

ser complementos del conocimiento acumulado en cuanto a territorio, cosmovisión, producción agrícola y organización de una cultura, para que de manera efectiva contribuyan en el afianzamiento de valores culturales como la lengua y el pensamiento (Rojas, Sierra, Naranjo y Tenorio, 2007).

A partir de lo expuesto y del proceso que viene adelantando el proyecto de investigación “Comunidad virtual de apoyo a los procesos de etnoeducación de la comunidad indígena Nasa”, se busca proveer a esta de un mecanismo que favorezca los procesos de evaluación de la Comunidad Nasa, soportado en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y que se pueda incorporar en las dinámicas de los procesos de etnoeducación que se adelantan dentro del pueblo Nasa.

Existen algunos antecedentes importantes para los resultados que se exponen en este trabajo. La plataforma de *e-learning* vértice 3.0 (Ari Soluciones, 2009) integra un sistema avanzado de gestión de calificaciones y provee información actualizada para el estudiante. El Modelo de Educación Virtual de la UNAB (Ardila, 2004) pretende realizar la evaluación de manera armoniosa y construir los criterios y las formas como fruto de la interacción de un grupo de docentes. Entorno Integrado de Enseñanza/Aprendizaje, basado en Sistemas Tutoriales Inteligentes & Ambientes Colaborativos (Ovalle y Jiménez, 1991) propone un modelo que permite la integración de los anteriores y, al aprender, recibir enseñanza en forma individualizada, apoyándose en un banco de ejercicios propuestos, los cuales pueden ser resueltos en forma colaborativa con los demás aprendices.

Tales referencias brindaron elementos importantes para el trabajo que aquí se presenta. Sin embargo, dichos autores se enfocan en la comunidad urbana y la población escolarizada, a diferencia de este proyecto que está orientado hacia la adaptación de un modelo que integrará particularidades de la evaluación en la comunidad Nasa y puede ser soportado por una plataforma tecnológica. Este es el aporte significativo a nivel de investigación y un excelente aliado para apoyar los procesos de etnoeducación de la comunidad Nasa.

## 1. Descripción de la evaluación Nasa

La investigación se llevó a cabo en conjunto con habitantes de la comunidad Nasa, principalmente con docentes y estudiantes de la Institución Educativa “Dxi’ Phaden”, del Resguardo de Caloto – López Adentro. Se hizo uso de la investigación participativa, la cual permite que el objeto de estudio contribuya activamente como sujeto en el proceso de construcción del conocimiento del propio objeto de estudio (Salazar, 2005).

Una vez realizado el trabajo, se encontró que el proceso de evaluación Nasa contempla los siguientes aspectos: definición de los objetivos que los estudiantes deben cumplir; determinación de los instrumentos de evaluación con los cuales el alumno demuestra el éxito de haber alcanzado los objetivos; aplicación de evaluación tipo diagnóstico al iniciar un año escolar o al comenzar un tema nuevo, con el fin de determinar



los conocimientos previos de los estudiantes sobre algunos asuntos importantes para el desarrollo del curso; observaciones periódicas por medio de diferentes instrumentos de evaluación para valorar el resultado esperado y el proceso de aprendizaje, con el fin de apreciar el alcance de los objetivos; identificación de los temas que se deben intensificar en un curso; reforzamiento y ayuda al estudiante con problemas en un tema específico.

## 2. Adaptación del modelo de evaluación

Como parte del proceso para adaptar el modelo de evaluación, se estudiaron algunos de los modelos de evaluación más relevantes para este trabajo: el modelo de Verificación de Logros propuesto por Tyler, la ampliación del modelo de Tyler propuesta por Metfessel y Michael, el modelo Sin referencia a metas de Scriven, entre otros, con el fin de caracterizar el modelo de evaluación Nasa con base en semejanzas entre los modelos analizados y el proceso del Nasa. Se estableció que existen aspectos propios de la evaluación Nasa, los cuales no se tienen en cuenta en los modelos que se examinaron. Por ejemplo, investigación del porqué un alumno se encuentra en bajo rendimiento, y la exigencia del docente de acuerdo a la vocación de los estudiantes (Torres, 2004).

### 2.1 Caracterización de la evaluación Nasa

La caracterización de la evaluación Nasa es producto de un trabajo de estudio de los modelos de evaluación Ralph Tyler (Stufflebeam Schinkfiel, 1995) y el de Stake (Ruiz, 2001); Metfessel y Michael (Benavides y Benavides, 2009); Scriven (Torres, 2004); Parlett y Hamilton (Torres, 2004); y la posterior ampliación de la tabla Síntesis de Modelos de Evaluación, presentada por Torres (Torres, 2004).

Con base en tales modelos y comparándolos con los elementos presentes en la evaluación Nasa, se llegó a la siguiente caracterización:

**Identificador:** la evaluación se asemeja al modelo de “ampliación del método tyleriano”, creado por

Metfessel y Michael, el cual propone realizar exámenes finales para evaluar los objetivos planteados y tener en cuenta otros criterios de comportamiento como ausencias, tareas, apuntes, entre otros (Benavides y Benavides, 2009). Aparte de estos factores, los Nasa también consideran, por ejemplo, la puntualidad, responsabilidad y trabajo comunitario, aspectos que reflejan simultáneamente el aprendizaje de un tema y el desarrollo integral de cada estudiante, como lo propone el modelo “sin referencia a metas” de Scriven.

**Objetivo:** ayudar al estudiante a apropiarse de los conocimientos y brindar al profesor retroalimentación para mejorar el proceso de evaluación que aplica en el curso. Para los docentes de la Institución Educativa Dxi' Phaden es importante optimizar el proceso de evaluación y, sobre todo, que los alumnos hagan suyos los conocimientos que adquieren en clase. Tal condición se logra si se relacionan los resultados de las evaluaciones con las metas y objetivos académicos, en el sentido de la propuesta de Tyler, Metfessel y Michael: por medio de la evaluación se pueden detectar temas que necesitan refuerzo en un curso.

**Foco de interés principal:** en la Institución Educativa Dxi' Phaden es importante que los jóvenes logren los objetivos, como lo sugiere Tyler, pero interesa principalmente que los estudiantes dominen los conocimientos aprendidos en la escuela para que los apliquen en pro del buen desarrollo de la comunidad.

**Metodología:** no solo se utiliza la evaluación cuantitativa, como se acostumbra en la escuela rural y lo proponen Tyler, Metfessel y Michael por medio de test, sino que además es de gran importancia la evaluación cualitativa, ya que se tiene muy en cuenta el proceso integral del estudiante y aspectos como las prácticas, los trabajos de campo y la autoevaluación, asemejándose así al modelo propuesto por Scriven.

### 2.2 Modelo de evaluación Nasa adaptado

Para la adaptación de la evaluación Nasa se tomaron como puntos de partida los elementos

de los modelos de evaluación estudiados y la caracterización de la evaluación Nasa. Se establecieron cuáles son los elementos que deben hacer parte de la formalización del Modelo de Evaluación Nasa. A partir de allí se constituyeron los siguientes criterios:

**Objetivo:** cambiar de actitud, lo cual se debe lograr como resultado de un proceso educativo en particular que incluya los valores de la cultura Nasa y el compromiso que se tiene con la comunidad.

**Método:** proceso que vincula al profesor, al estudiante y a los miembros de la comunidad Nasa y que involucra un conjunto de etapas lógicas que se deben seguir para llevar a cabo el desarrollo de la evaluación. Para su definición se tomó como referencia la propuesta evaluativa de Metfessel y Michael en ocho etapas (Benavides y Benavides, 2009), no por su objetivo y enfoque, sino porque las etapas de este modelo tienen una similitud con el proceso natural de evaluación Nasa.

**Profesor:** es quien dirige un curso y verifica que los estudiantes alcancen los objetivos planteados por medio de un proceso de evaluación.

**Estudiante:** es la persona que luego de haber realizado un proceso de aprendizaje en un curso, participa de una evaluación para demostrar que ha alcanzado los objetivos planteados.

**Comunidad Nasa:** donde se encuentran todos los miembros que de una u otra forma participan o colaboran en el proceso de evaluación: el cabildo escolar, los padres de familia y el Thë' Wala<sup>1</sup>.

**Cosmovisión Nasa:** consiste en la representación de las creencias, ritos, cultos y demás particularidades de la cultura y tradición Nasas.

### 2.2.1 Representación del modelo de evaluación.

Una vez definidos los elementos involucrados en el

---

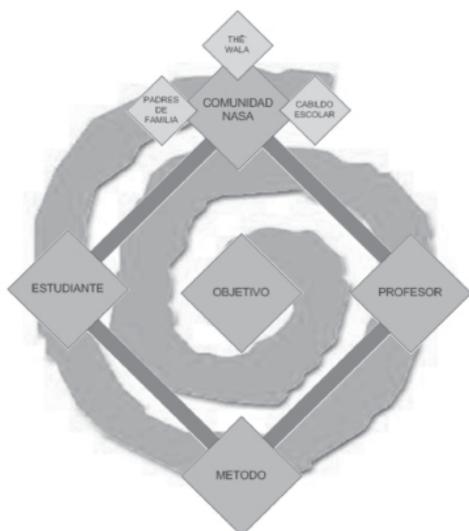
<sup>1</sup> En la cosmovisión Nasa, el Thë' Wala es un personaje central que limpia, quita el sucio y logra el retorno de la comunidad a la armonía.

modelo de evaluación Nasa (figura 1) es necesario examinar cómo se interrelacionan entre sí. En la evaluación Nasa, el principal **objetivo** es que los alumnos logren la apropiación de los conocimientos y los apliquen en su quehacer Nasa, dado que se están formando para ser miembros activos de su comunidad. Por tal razón se desarrolla un **trabajo conjunto entre los profesores, el cabildo escolar y los padres de familia**, quienes se reúnen para definir algunos objetivos que los jóvenes deben alcanzar durante un periodo escolar. Los **docentes** son los encargados de determinar, mediante el proceso de evaluación, si los estudiantes logran los objetivos del curso. Este proceso sigue un **método** para evaluar al **alumno**, pues en caso de encontrar que un estudiante está en bajo rendimiento académico, son los profesores quienes se encargan de dialogar con los padres de familia; cuando es necesario, lo hacen con el Thë' Wala, ya que él puede determinar, según aspectos de la naturaleza, la causa y solución del problema del alumno, ayudándole, así, en su proceso académico.

Todos los elementos descritos se encuentran plasmados sobre un espiral, pues este es un símbolo muy importante para la cultura Nasa: representa las distintas etapas de la vida de una persona Nasa y también la de la comunidad.

Este nuevo enfoque presenta beneficios en comparación con otros modelos de evaluación en tanto es una formalización de la evaluación Nasa, producto del estudio de las particularidades de su cultura y su forma de evaluación. Por consiguiente, incluye de manera práctica la forma como se integran sus elementos e interrelacionan entre ellos, y el modo de operación del modelo a través del método (Benavides y Benavides, 2009). El modelo incorpora aquellos aspectos cruciales para la evaluación Nasa como la evaluación cualitativa del estudiante, que tiene en cuenta su vocación en relación con las actividades de la comunidad, así como la intervención de los padres, del Thë' Wala y la comunidad Nasa en general, con el fin de determinar problemáticas del alumno y entrar a subsanarlas con miras a mejorar su desempeño.

**Figura 1.** Representación del modelo de evaluación Nasa adaptado



Fuente: elaboración propia.

**Figura 2.** Arquitectura del software



Fuente: elaboración propia.

### 3. Construcción de la herramienta Software

#### 3.1 Arquitectura

La arquitectura que se adoptó para el desarrollo de la herramienta de evaluación (figura 2) hace parte de la definida para el proyecto “Comunidad

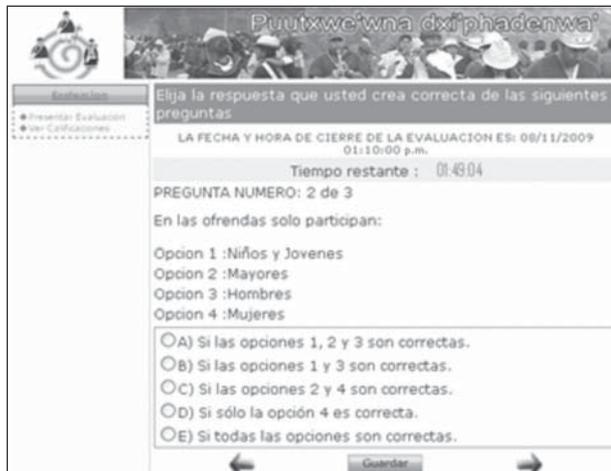
virtual de apoyo a los procesos de etnoeducación de la comunidad indígena Nasa”. Es una arquitectura multinivel, conformada por tres capas —Presentación, Lógica de Negocio, Acceso a Datos— con *web services-oriented inventory architecture* (Thomas, 2009), de manera que pueda soportar los diferentes servicios implementados. Esta estructura facilitó la integración y reutilización de los servicios, haciendo que la herramienta sea escalable, integrable y a la vez extensible a otros módulos.

En la capa de Presentación correspondiente al sitio web aparecen los paquetes en los cuales están organizadas las páginas web que contienen la interfaz de usuario con la cual él interactúa, a la vez que un paquete que contiene controles de usuario reutilizables por las distintas páginas web. La capa de Lógica del Negocio se comunica con la capa de Acceso a Datos, la cual está encargada de comunicarse con la base de datos y ocultar a la Lógica de Negocio todos los detalles concernientes a comunicación, consulta y llamada a procedimientos almacenados en la base de datos. Después de la ejecución de estas operaciones la información de interés es devuelta a la capa de Presentación.

#### 3.2 Servicios implementados para el proceso de evaluación

Una vez definido el modelo de evaluación Nasa se prosiguió a determinar y poner en práctica algunos servicios importantes para incluirlos en el proyecto “Comunidad virtual de apoyo a los procesos de etnoeducación de la comunidad indígena Nasa”: el servicio «crear preguntas» (F o V, Selección múltiple con única y múltiples respuestas) permite formular interrogantes que posteriormente se podrán agregar y usar en una evaluación; el servicio «presentar evaluaciones» posibilita a los estudiantes resolver las valoraciones programadas por los docentes; el servicio «calificar evaluaciones» abre el camino para que el profesor pueda mirar las respuestas elegidas por los estudiantes y adicionar una calificación cualitativa a cada valoración. En las figuras 3 y 4 se presentan interfaces de algunos servicios de la comunidad virtual. Esta se encuentra disponible en <http://www.ewa.edu.co>.

**Figura 3.** Interfaz de presentar evaluación



Fuente: Ewa (Sierra, Naranjo, Rojas, 2009).

**Figura 4.** Interfaz de crear evaluación



Fuente: Ewa (Sierra, Naranjo, Rojas, 2009).

Cada pregunta corresponde a la evaluación de una habilidad<sup>2</sup> y a un dominio cognitivo<sup>3</sup>.

### 3.3 Servicio de análisis de resultados de las evaluaciones

Para el análisis de resultados se realizó la adaptación de una herramienta *software*, la cual

<sup>2</sup> Habilidad de comprensión de lectura o escritura.

<sup>3</sup> Dominio cognitivo de Bloom (Recuerdo, Comprensión, Aplicación) (Herrera Rojas, 1996).

permite examinar los datos por medio de una técnica híbrida de minería de datos.

#### 3.3.1 Objetivos del proceso de minería de datos

Con este proceso se pretende:

- Agrupar y clasificar a los estudiantes inscritos bajo la Plataforma de la Comunidad Virtual, en los diferentes cursos de Lengua Nasa Yuwe, de acuerdo a su rendimiento académico. De esta manera, se podrán encontrar patrones ocultos y reglas que los caractericen, con base en las relaciones que se establezcan entre la habilidad (comprensión-lectura, comprensión-escucha) y los dominios cognitivos evaluados.
- Obtener reglas que permitan descubrir la influencia en los resultados académicos que tiene la cantidad de preguntas realizadas a los estudiantes, según la habilidad (comprensión-lectura, comprensión-escucha) y el dominio cognitivo señalado por Bloom (Herrera Rojas, 1996) que evalúa cada pregunta. De esta forma es posible analizar las reglas para mejorar el proceso de evaluación del Nasa Yuwe en la institución educativa Dxi' Phaden y en la comunidad virtual.

#### 3.3.2 Selección de datos

De la base de datos de la comunidad virtual se obtienen los siguientes atributos del alumno. *Grado*: nivel académico en el que se encuentra el estudiante. *AñoNacimiento*. *Género*: Masculino, Femenino. *CantidadPregunta-Escucha-Recuerdo*: cantidad de preguntas que evalúan la habilidad "escucha" y el dominio cognitivo "recuerdo". *CantidadPregunta-Escucha-Comprensión*: cantidad de preguntas que evalúan la habilidad "escucha" y el dominio cognitivo "comprensión". *CantidadPregunta-Escucha-Aplicación*: cantidad de preguntas que evalúan la habilidad "escucha" y el dominio cognitivo "Aplicación". *CantidadPregunta-ComprensiónLectora-Recuerdo*: cantidad de preguntas que evalúan la habilidad "comprensión lectora" y el dominio cognitivo "recuerdo".

CantidadPregunta-ComprensiónLectora-Comprensión: cantidad de preguntas que evalúan la habilidad “comprensión lectora” y el dominio cognitivo “comprensión”. CantidadPregunta-Comprensión Lectora-Aplicación: cantidad de preguntas que evalúan la habilidad “comprensión lectora” y el dominio cognitivo “Aplicación”. Calificación-Escucha: la que se obtiene por un estudiante en la habilidad “escucha”. Calificación-ComprensiónLectora: la que obtiene un estudiante en la habilidad “comprensión lectora”.

### 3.3.3 Transformación de datos

Para realizar la técnica híbrida de minería de datos es necesario transformar estos para que se puedan utilizar con las técnicas seleccionadas; cada técnica está enfocada a resolver un objetivo. Para la primera técnica se decidió usar *clustering*, debido a que se deseaba clasificar a los estudiantes según su rendimiento académico en las habilidades de Comprensión Lectora y Escucha del Nasa Yuwe. Por consiguiente, se aplicó *clustering*

sobre algunos datos (Calificación-Escucha y Calificación-ComprensiónLectora) para los cuales no se requirió realizar ninguna transformación ya que los algoritmos de *clustering* (Benavides y Benavides, 2009; Hernández Orallo, Ferri Ramírez y Ramírez Quintana, 2004) trabajan muy bien con datos numéricos.

Para resolver el segundo objetivo planteado en el proceso de minería de datos se aplicaron reglas de asociación. Los algoritmos de reglas de asociación (Hernández *et al.*, 2004) trabajan con atributos nominales; por tanto, se transformaron los siguientes atributos: CantidadPregunta-Escucha-Recuerdo, CantidadPregunta-Escucha-Comprensión, CantidadPregunta-Escucha-Aplicación, CantidadPregunta-ComprensiónLectora-Recuerdo, CantidadPregunta-Comprensión Lectora-Comprensión, CantidadPregunta-ComprensiónLectora-Aplicación. Para este grupo de atributos, se realizó discretización<sup>4</sup> de sus valores así: primero, se calcula el total de preguntas realizadas a un estudiante:

$$\begin{aligned} TotalPreguntas = & CantidadPreguntaEscuchaRecuerdo + CantidadPreguntaEscuchaComprension + \\ & CantidadPreguntaEscuchaAplicación + CantidadPreguntaComprensionLectoraRecuerdo + \\ & CantidadPreguntaComprensionLectoraComprension + CantidadPreguntaComprensionLectoraAplicación \end{aligned}$$

Luego se calcula el porcentaje que tiene cada atributo según el total de preguntas:

$$CantidadPregunta - Escucha - Recuerdo = \frac{CantidadPregunta - Escucha - Recuerdo * 100}{TotalPreguntas}$$

Por último, se asigna el valor correspondiente a los atributos, teniendo en cuenta los valores posibles para cada uno: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80, 80-90, 90-100, donde cada valor indica el porcentaje de preguntas presentadas a un estudiante durante el proceso de evaluación, considerando el dominio cognitivo y la habilidad evaluada por cada pregunta.

### 3.3.4 Proceso de minería de datos

En esta fase se eligieron los algoritmos que forman parte de la técnica híbrida de minería de datos que se aplicó. Se tuvo como entrada de un algoritmo la salida de otro. Para escoger los algoritmos con un mejor comportamiento con los datos, primero, se consideró la herramienta de minería de datos “Weka”, la cual cuenta con una interfaz gráfica que facilita la realización de los análisis de resultados a partir de múltiples pruebas donde se van cambiando los valores de entrada necesarios para cada algoritmo

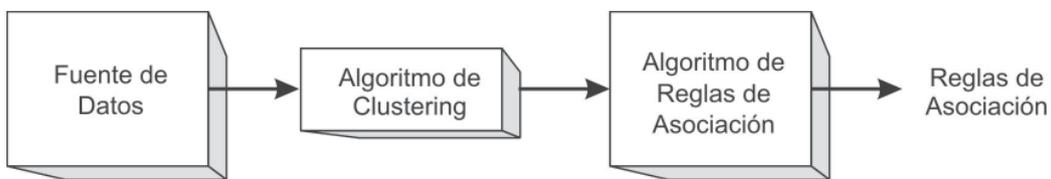
<sup>4</sup> La *discretización* es el proceso mediante el cual los valores se incluyen en depósitos para que haya un número limitado de estados posibles.

examinado. De esta manera se pretendía encontrar, a modo de prueba y error, un algoritmo y los valores de entrada que logren agrupar los datos de prueba con un comportamiento similar al esperado. Estos algoritmos se utilizaron desde el entorno de desarrollo que se manejó Visual Studio 2008 Express (Microsoft, 2008). Se hizo uso de ikvm.net (Proyecto IKVM.Net, 2009) para convertir las librerías weka.jar a weka.dll y poder usar las funciones de weka en VSE.NET.

El modelo híbrido (figura 4) está conformado por dos fases principales: en la primera se empleó

una técnica de *clustering* que permite conformar grupos de estudiantes de acuerdo los resultados obtenidos en evaluaciones sobre Nasa yuwe; los clasifica como excelentes, regulares y buenos. Para la etapa de agrupamiento se probaron dos algoritmos: el SimpleKmeans (Hernández *et al.*, 2004) (figura 6) agrupó los datos de una forma que no es conveniente para resolver los objetivos planteados en el proceso de minería de datos, ya que si, por ejemplo, se tiene un registro con las calificaciones (2,7; 2,7), este queda agrupado junto a las calificaciones más altas, cuando debería estar entre las calificaciones regulares o malas.

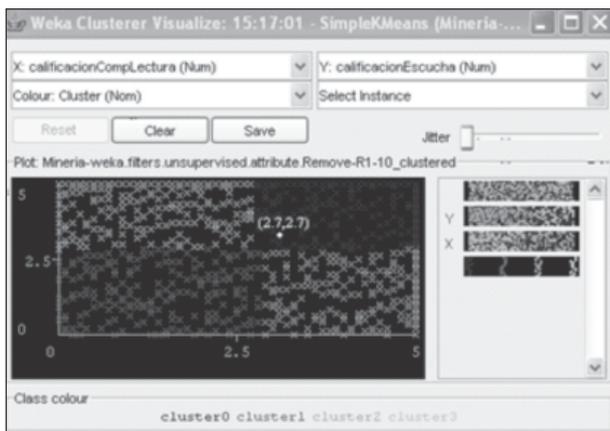
**Figura 5.** Modelo híbrido de minería de datos



Fuente: elaboración propia (Benavides, 2010).

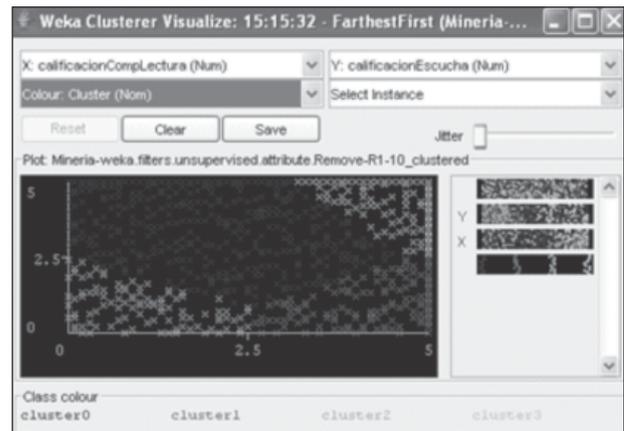
El FarthestFist (Hernández *et al.*, 2004) (figura 7) agrupó los registros así: en el *cluster 2* y *cluster 3* se encuentran estudiantes con calificaciones “malas” y “excelentes”, respectivamente, mientras que en los *cluster 1* y *2* agrupó calificaciones “regulares”, por ejemplo, para que un registro esté en el *cluster 3*, el promedio de sus datos debería estar con un valor mayor que cuatro, aproximadamente. Esta sería una calificación, en la realidad, para un estudiante excelente. Por tal motivo se tomaron los resultados con el algoritmo FarthestFist.

**Figura 6.** Visualización de *clusters* con SimpleKmeans



Fuente: Resultados de Weka en procesamiento de Datos (Benavides, 2010)

**Figura 7.** Visualización de *Clusters* con FarthestFirst



Fuente: Resultados de Weka en procesamiento de Datos (Benavides, 2010)

Para aplicar los algoritmos de asociación se tuvieron en cuenta los siguientes atributos: CantidadPregunta-Escucha-Recuerdo, CantidadPregunta-Escucha-Comprensión, CantidadPregunta-Escucha-Aplicación, CantidadPregunta-ComprensiónLectora-Recuerdo, CantidadPregunta-ComprensiónLectora-Comprensión, CantidadPregunta-ComprensiónLectora-Aplicación, Género y Grupo.

Se evaluaron dos algoritmos para esta etapa:

PredictiveApriori (Hernández *et al.*, 2004). Las reglas generadas por este algoritmo no consideran la clase a la que pertenece cada registro (grupo), sino que maneja la clase como cualquier otro atributo. Por tal razón, genera reglas que no interesan o que no resuelven el objetivo planteado, por ejemplo, la regla «Cuando el estudiante es hombre», y las preguntas de la habilidad Escucha, que evaluaron Recuerdo, están entre el 10% y 20 %; las preguntas de la habilidad *Comprensión lectora, que evaluaron comprensión, están entre el 0% y 10%; por tanto, generalmente, las preguntas de la habilidad Escucha, que evaluaron comprensión, están entre el 20% y 30%.*

El segundo algoritmo, Terius (Benavides y Benavides, 2009; Hernández *et al.*, 2004), a diferencia del anterior, tiene la posibilidad de manejar las clases y, por consiguiente, generar reglas de asociación enfocadas a la clase. Por tal consideración, se decidió utilizar este algoritmo dado que las reglas generadas son más entendibles y más coherentes con el objetivo que se busca, por ejemplo, la regla «Cuando el estudiante es hombre», y las preguntas de la habilidad *Escucha, que evaluaron aplicación, están entre el 20% y 30%; las preguntas de la*

*habilidad Comprensión lectora, que evaluaron comprensión, están entre el 0% y 10%; entonces, en general, los estudiantes tienen calificaciones buenas (“Excelentes”).*

### 3.4 Adaptación de weka al módulo de evaluación de la plataforma de la comunidad virtual

Con el fin de utilizar las librerías de weka (de la plataforma java) en la aplicación desarrollada .Net, se utilizó la herramienta ikvm, la cual incluye una implementación .NET de una Java Virtual Machine que permite hacer uso de las librerías java desde aplicaciones .NET (Benavides y Benavides, 2009). Una vez convertida la librería weka.jar a weka.dll por medio de ikvm, ya se puede acceder a ella desde .NET; antes, hay que adicionar al proyecto una referencia a la librería weka.dll creada y otra a la librería propia de Ikvm, denominada IKVM. OpenJDK.ClassLibrary (Benavides y Benavides, 2009).

Una vez el algoritmo encuentra las reglas de asociación, es necesario traducirlas de una forma tal que pueda ser entendida por el usuario final. A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se presentan las reglas que se obtienen por la herramienta desarrollada. Una vez presentadas las reglas al usuario final (figura 8), se espera que estas le sirvan como punto de partida para tomar decisiones que vayan encaminadas al mejoramiento del proceso de evaluación y educación del Nasa yuwe; se podrán encontrar fortalezas y debilidades que tengan los estudiantes en las habilidades y dominios cognitivos que se evalúan o en la forma de elaborar las evaluaciones para las habilidades de comprensión lectora y comprensión de escucha.

**Figura 8.** Visualización de reglas en la plataforma desarrollada

<b>Regla: 1</b>	<p>Cuando:</p> <p>Las preguntas de la habilidad: Comprensión Lectora, que evaluaron recuerdo, están entre el 10 y el 20%.</p>
<b>Regla: 2</b>	<p>Cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las preguntas de la habilidad: Escucha, que evaluaron recuerdo, están entre el 10 y el 20%.</li> <li>• Las preguntas de la habilidad: Comprensión Lectora, que evaluaron recuerdo, están entre el 10 y el 20%.</li> <li>• Las preguntas de la habilidad: Comprensión Lectora, que evaluaron comprensión, están entre el 10 y el 20%.</li> </ul> <p>Entonces generalmente los estudiantes tienen calificaciones ACEPTABLES.</p>

Fuente: Resultados de Weka en procesamiento de Datos(Benavides, 2010).

## Conclusiones

- Muchos de los modelos de evaluación que se encuentran en la literatura sólo presentan métodos, metodologías o procedimientos y no se acercan a la definición de modelo, entendido este como “una representación simplificada de la realidad” (Miquel, 2005). El trabajo que se presenta ha integrado estos elementos, planteados en los modelos de evaluación, con la adición de factores como el docente, el estudiante, el objetivo y la cosmovisión Nasa. De este modo se configuran una adaptación innovadora y una representación formal del análisis de los modelos de evaluación estudiados y la caracterización del contexto educativo Nasa.
- La caracterización de la evaluación Nasa se realizó mediante un análisis comparativo de las características de otros modelos de evaluación. Esto fue posible gracias a que para la recolección de la información se contó con la participación activa de profesores, estudiantes, directivos y de la comunidad Nasa en general.
- Al trabajar con comunidades que tienen distintas culturas, lenguas y creencias, es de vital importancia, para considerar adecuadamente las particularidades del caso, una continua comunicación entre los investigadores y los representantes de la comunidad.
- La actividad realizada en conjunto con la comunidad Nasa permitió que la adaptación y la presentación del modelo de evaluación, de manera formal, tuvieran éxito y no produjeran mayor complejidad a los miembros de la comunidad.
- Una característica fundamental del trabajo, en su proceso de desarrollo, tiene que ver con la elección de una arquitectura orientada a servicios. Se lograron así independencia e interoperabilidad con los módulos, además de contribuir en la implementación de los requerimientos del modelo de evaluación propuesto.
- La investigación demostró que son factibles la adaptación y la combinación de distintas técnicas y algoritmos de minería de datos, formando una técnica híbrida útil para resolver el apoyo para la toma de decisiones en la evaluación de alumnos que estudian una segunda lengua.

- El producto que se obtuvo a partir de las reglas de asociación mediante el algoritmo Tertius facilitan al usuario la comprensión de los resultados. Las reglas de la forma «cuando condición entonces consecuencia» son muy fáciles de entender y permiten adoptar decisiones sobre la forma de organizar las evaluaciones, si se tienen en cuenta los dominios cognitivos durante el proceso de aprendizaje de una segunda lengua.
- Se ha logrado que, mediante ikvm, sea una realidad la interoperabilidad entre Java y .Net y que este tipo de aplicaciones sea, además, accesible a través de la web.
- Parte de este trabajo fue presentado en el 5 Congreso Colombiano de Computación, realizado en la Ciudad de Cartagena, Abril 14 al 16 de 2010 (Villa, 2010), como una ponencia titulada: "Propuesta de un modelo de evaluación y un modelo híbrido de minería de datos para la evaluación del Nasa Yuwe".

## Bibliografía

Ardila Núñez, Mario. (2004). *Metamodelo de evaluación para la educación en línea*. Popayán: Universidad del Cauca.

Ari, Soluciones E-Learning. *Plataforma e-learning vértice 3.0*. Disponible en: [http://elearning.ari.es/e-learning\\_plataforma\\_e-learning.html](http://elearning.ari.es/e-learning_plataforma_e-learning.html). (Consultada en noviembre de 2008).

Benavides, Diego; Benavides, Oscar, Sierra, Luz Marina, Rojas, Tulio. (2009). "Módulo de evaluación del aprendizaje del nasa yuwe de apoyo a los procesos de etnoeducación de la comunidad indígena Nasa". Trabajo de grado para optar el título de Ingenieros de Sistemas... Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

Fonseca, José Gregorio. (2007). "Modelos cualitativos de evaluación", *Educere*, 38. <http://www.scielo.org.ve/pdf/edu/v11n38/art07.pdf>, pp. 427-432. (10 octubre de 2008)

Hernández Orallo, José; Ferri Ramírez, Cesar y Ramírez Quintana, María José. (2004). *Introducción a la minería de datos*. Madrid: Pearson Prentice Hall.

Herrera Rojas, Aura Nidia. (1996). *Algunas consideraciones técnicas sobre la construcción de ítems de pruebas objetivas según la*

*clasificación de objetivos educativos de Bloom*. Bogotá: Departamento de Psicología, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de Colombia.

Microsoft Visual Studio 2008 Express. <http://www.microsoft.com/express/> (Consultada en Noviembre de 2008).

Miquel, Rodrigo. (2005). "Modelos de la comunicación". [http://www.portalcomunicacion.com/esp/n\\_aab\\_lec\\_3.asp?id\\_llico=20](http://www.portalcomunicacion.com/esp/n_aab_lec_3.asp?id_llico=20). Instituto de la comunicación. (1 de noviembre de 2008).

Ovalle, Demetrio. y Jimenez, Jovani. (2004). "Entorno integrado de enseñanza / aprendizaje basado en sistemas tutoriales inteligentes & ambientes colaborativos", *Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática*, v.1 fasc.1 p.1 – 6. Publicado por: International Institute of Informatics and Cybernetics.

Proyecto IKVM.NET. Página web del proyecto IKVM.NET. Disponible en: <http://www.ikvm.net/> Consultado en: (06/06/2009).

Rojas, Tulio. (2006). "Por los caminos de la recuperación de la lengua Páez (Nasa Yuwe)",

Popayán 470 años de historia y patrimonio. Popayán, Colombia: Letrarte, pp. 279-286.

Rojas, Tulio; Sierra, Luz Marina; Naranjo, Roberto y Tenorio, Alfonso. (2007). *Proyecto comunidad virtual de apoyo a los procesos de etnoeducación de la comunidad indígena Nasa*. Convocatoria 405 Colciencias de 2007. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Ruiz Bueno, Carmen. *Evaluación de programas de formación de formadores*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 2001: Disponible en: [http://www.tdr.cesca.es/TESIS\\_UAB/AVAILABLE/TDX-0123102-154003/crb05de12.pdf](http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UAB/AVAILABLE/TDX-0123102-154003/crb05de12.pdf). (Consultado en: 25/03/2009).

Salazar, María Cristina. (2005). *La investigación-acción participativa. Inicios y desarrollos*. Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

Sierra, Luz Marina, Naranjo, Roberto, Rojas, Tulio. (2009) “*ewa: Comunidad Virtual de Apoyo a los Procesos de Etnoeducación Nasa*”. Disponible en: <http://www.ewa.edu.co>. Publicado por: Universidad del Cauca – Colciencias.

Stufflebeam, Daniel; Schinkfiel, Anthony J. (1995). “La evaluación orientada hacia los objetivos: la tradición tayleriana”, <http://www.emp-virtual.com/datampu/Evaluacion/TYLERIANA.pdf>. (07 de julio de 2010)

Thomas Erl. (2009). *SOA Design Patterns*. Boston, EEUU: Pearson Education, inc.

Torres Gonzáles, José Antonio. (2004). *La evaluación en contextos de diversidad*. Madrid: Pearson Prentice Hall.

Villa, J.L.; Llamas, R. *Memorias del 5º Congreso Colombiano de Computación. CCC2010*. Cartagena, Colombia, 2010.

Witten, Ian H.; Frank, Eibe. (2005). *Data Mining. Practical Machine Learning Tools and Techniques (Second Edition)*. San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers.