

## **SISTEMAS DE GESTIÓN DE CONTENIDOS DE APRENDIZAJE Y TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS PARA LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS COMPUTACIONALES**

### *Un caso de estudio en el norte de Coahuila*

JUAN RAMÓN OLAGUE SÁNCHEZ / SÓCRATES TORRES OVALLE / FELIPE MORALES RODRÍGUEZ /  
ALICIA GUADALUPE VALDEZ MENCHACA / ALICIA ELENA SILVA ÁVILA

#### **Resumen:**

Este artículo describe las características de un sistema informático de aprendizaje, a partir del análisis –empleando técnicas de minería de datos– de encuestas de estilos de aprendizaje de estudiantes de nivel superior del área de ciencias computacionales, y del uso de sistemas de administración de contenidos de aprendizaje (LCMS), como Moodle, a fin de permitir su aprovechamiento en entornos combinados de educación presencial y a distancia; en este caso, en un curso modelo de programación de computadoras. La metodología empleada en esta investigación puede utilizarse también para establecer las características de la enseñanza de diversas disciplinas, con base en los estilos de aprendizaje de los estudiantes, lo que permitirá acercar su modo de aprender a los procesos de enseñanza de los docentes de distintos niveles.

#### **Abstract:**

This article describes the characteristics of a computerized learning system. By employing data mining techniques, an analysis is made of college students' learning styles in computer science. Also studied is the use of learning content management systems (LCMS), like Moodle, in combined settings of classroom and distance education (in this case, a model course in computer programming). The study's methodology can also be used to establish the characteristics of teaching various disciplines, based on students' learning styles. The result will be closer agreement between student learning and teaching processes at various educational levels.

**Palabras clave:** enfoques de aprendizaje; estrategias de enseñanza, e-learning, educación superior, México.

**Keywords:** learning focuses, teaching strategies, e-learning, higher education, Mexico.

---

Juan Ramón Olague Sánchez es profesor del Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Piedras Negras, y de la Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila. Calle Instituto Tecnológico núm. 310, Fraccionamiento Tecnológico, 26080, Piedras Negras, Coahuila. CE: jros\_6745@yahoo.com.mx

Sócrates Torres Ovalle es profesor-investigador del Centro de Investigación en Matemáticas Aplicadas, unidad Camporredondo, y de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, de la Universidad Autónoma de Coahuila (UADEC) unidad Norte. CE: dr.socrates.torres@gmail.com

Felipe Morales Rodríguez es profesor-investigador y jefe del Departamento de Posgrado, Alicia Guadalupe Valdez Menchaca y Alicia Elena Silva Ávila son profesoras-investigadoras del Departamento de Posgrado, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UADEC, unidad Norte. CE: fmoralesfime@hotmail.com / avm10190@mail.uadec.mx / aliciae1@hotmail.com

## Introducción

Diversos investigadores han afirmado que los estudiantes aprenden de muchas maneras: viendo y escuchando, reflexionando, actuando, razonando, memorizando, visualizando, construyendo analogías y modelos matemáticos. También los métodos de enseñanza son variados. Algunos instructores leen, otros demuestran, discuten, se centran en principios; otros se enfocan en aplicaciones, enfatizan la memorización o comprensión. Cuanto aprenda un estudiante dependerá de su habilidad innata y su preparación previa, pero además de la compatibilidad entre su estilo de aprendizaje y el de enseñanza del instructor.

A partir de experiencias como docentes de Ciencias computacionales e informática en instituciones de educación superior (IES), se pensó útil determinar las características del perfil de aprendizaje de estudiantes de estas especialidades para adecuar estrategias de enseñanza en función de ellas. Esto es especialmente necesario al enseñar programación de computadoras, base de la vida académica y profesional de este grupo de estudiantes.

Por lo anterior, se desarrolló una metodología de enseñanza basada en un estudio de los estilos de aprendizaje de una muestra de estudiantes de carreras de nivel superior del área de Ciencias computacionales e informática de la región norte de Coahuila. Se realizó a través de un proceso de descubrimiento de información y minería de datos, aplicado sobre los resultados del cuestionario VARK; con ello se obtuvo el estilo dominante en la muestra, permitiendo establecer estrategias de enseñanza según sus características para poner en marcha en el grupo poblacional de la región referida.

Además, este análisis definió los elementos de un sistema informático de aprendizaje de programación de computadoras para utilizar con los estudiantes, aprovechando el uso de herramientas como Moodle, un sistema de administración de contenidos de aprendizaje (LCMS, por sus siglas en inglés). Su propósito es facilitar el aprendizaje entre los estudiantes de Ciencias computacionales, con el objetivo último de que sus conocimientos sirvan para la solución de problemas de distintas áreas en su vida académica y profesional, así como para difundir el uso de herramientas informáticas que mejoren tanto la tarea de enseñanza que realizan los profesores como el estudio de diversas disciplinas por parte de los alumnos tomando en cuenta sus estilos de aprendizaje.

### **Definición del problema**

Actualmente en el ámbito internacional existe una gran diversidad de instrumentos de apoyo para el aprendizaje de lenguajes de programación de computadoras, desde libros hasta sistemas informáticos; sin embargo, el desarrollo de herramientas que promuevan su aprendizaje ha sido escaso, existen tutoriales y cursos en instituciones de educación superior alrededor del mundo que sólo presentan los temas relacionados con la sintaxis de los lenguajes de programación y ejemplos, sin abundar en el uso de técnicas de enseñanza acordes con el estilo de aprendizaje de los estudiantes.

Esta situación prevalece en IES mexicanas, en las que el desarrollo de estrategias que faciliten el aprendizaje y enseñanza de programación de computadoras no ha considerado aquellos estilos de aprendizaje preferidos entre los estudiantes. Esta problemática no es exclusiva de las carreras del área de Ciencias computacionales, sino de todas las de nivel superior, en las que se considera pertinente que los estudiantes conozcan al menos un lenguaje de programación para resolver problemas complejos en sus áreas de competencia.

Lo anterior se refleja en la falta de herramientas para la enseñanza de programación de computadoras, las cuales además consideren un análisis de los estilos de aprendizaje de estudiantes, para establecer un plan personalizado que facilite la comprensión y entendimiento de esta materia, con el fin de que el aprendizaje sea eficaz y sustento para la solución de problemas de aplicación a los cuales se enfrenten posteriormente.

### **Fundamentos teóricos de la investigación**

#### **Tecnologías de la información y la comunicación**

Las tecnologías de la información y la comunicación, como Internet, se han incorporado rápidamente a nuestras vidas, ofreciendo grandes posibilidades antes impensables como acceder a documentos en todo el mundo, coordinar redes de trabajo con personas dispersas por el territorio y transmitir informaciones de manera instantánea.

Algunos autores afirman que el elemento que diferencia ésta de épocas precedentes es la capacidad de selección de la información. Actualmente se ha producido una transformación en las habilidades valoradas en la sociedad. Ya no se requieren personas capaces de desarrollar actividades me-

cánicas con soltura y rapidez: esas tareas cada vez más las están asumiendo las máquinas controladas por las computadoras (Díez, 2004).

### Teoría constructivista

La teoría constructivista (Abarca, 2002) es la idea que sostiene que el individuo, en sus aspectos cognitivos-sociales y afectivos, no es un mero producto del ambiente ni un resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se produce día a día como resultado de la interacción entre esos factores. Desde el punto de vista constructivista (Kakn, 1993) se considera que el aprendizaje se caracteriza por cuatro principios:

- El aprendizaje no es la acumulación o reemplazo de un conocimiento incorrecto por uno correcto, sino la transformación del mismo.
- Los estudiantes comprenden mejor cuando los conocimientos que se les ofrecen son verdaderamente significativos para ellos.
- En este tipo de aprendizaje se fomenta la libertad de los alumnos sobre la sumisión.
- Se fomenta la cooperación a través de conceptos de igualdad, justicia y democracia, para el progreso del aprendizaje académico.

En el aprendizaje constructivista hay dos posibles dimensiones:

- 1) La referida al modo en que se adquiere el conocimiento, que puede ser por repetición y por descubrimiento.
- 2) La relativa a la forma en que el conocimiento es subsecuentemente incorporado en la estructura cognitiva del estudiante, que puede ser por repetición y significativo.

Para que realmente sea significativo el aprendizaje, éste debe reunir varias condiciones: la nueva información debe relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el estudiante ya sabe, dependiendo también de su disposición (motivación y actitud) por aprender así como de la naturaleza de los materiales y contenidos de aprendizaje.

### El modelo VARK

Desarrollado por Neil Fleming junto con Colleen Mills, el modelo VARK es un instrumento sencillo para determinar las preferencias de modalidad

sensorial al procesar información, su nombre alude a los estilos de aprendizaje: visual, auditivo, lectura/escritura y kinestésico. Partieron del supuesto de que si los alumnos identificaran su estilo de aprender, ellos mismos podrán adecuarse a los diferentes estilos de enseñanza de sus profesores y actuarán sobre su propia modalidad para incrementar el aprovechamiento en su aprendizaje. A continuación, se describen los estilos de aprendizaje de este modelo:

- el estilo visual tiene preferencia por imágenes, cuadros, diagramas, láminas, etcétera;
- en el auditivo, la preferencia radica en las exposiciones orales, discusiones y todo lo que involucre escuchar;
- el estilo de lectura/escritura prefiere todo lo que tenga que ver con leer o escribir; y
- por último, el kinestésico tiene preferencia por la experiencia y la práctica (simulada o real).

La toma de conciencia, de acuerdo con Fleming y Mills, es un factor muy importante a la hora de trabajar con las preferencias sensoriales. ¿Qué sugiere esta aseveración? Que de la misma manera en que un alumno se da cuenta de cuáles son sus estilos de aprendizaje, los profesores también pueden sacar provecho al detectar sus preferencias a la hora de enseñar.

El inventario permite identificar las predilecciones de los estudiantes sobre su aprendizaje, hablando no de fortalezas sino de preferencias. Alertado sobre estas predilecciones el estudiante puede organizar o traducir los materiales de estudio que requiera para aprender. Si los alumnos conocen estrategias que pueden utilizar según su estilo, se llegan a convertir en estudiantes más exitosos en su aprovechamiento (Fleming, 2001).

### **Uso de las TIC para apoyo de la educación (TICE)**

Vivimos en la sociedad de la información, producida por un conjunto de transformaciones económicas y sociales que están cambiando nuestra sociedad. Uno de los factores más importantes es la introducción de nuevas tecnologías de información y comunicación en todos los ámbitos de nuestras vidas. Su impacto en la educación las hace un instrumento cada vez más indispensable en las instituciones educativas, dadas sus múltiples funcionalidades (Majó y Marquè, 2001) como:

- fuente de información hipermedial si en el aula se dispone de una computadora;
- canal de comunicación interpersonal, para trabajo colaborativo e intercambio de información e ideas;
- medio de expresión y para la creación;
- instrumento para procesar la información y para la gestión;
- recurso interactivo para el aprendizaje; y
- medio lúdico y para el desarrollo psicomotor y cognitivo.

Se afirma que el auge de las nuevas tecnologías tiene importantes incidencias en educación. Las principales son (Renau, 2004):

- 1) exige nuevas destrezas: además de aprender a buscar y transmitir información y conocimientos a través de las TIC, hay que capacitar a las personas para que también puedan intervenir y desarrollarse en los nuevos escenarios virtuales;
- 2) permite nuevos procesos de enseñanza y aprendizaje: además de sus posibilidades para complementar los procesos de enseñanza y aprendizaje presenciales, las TIC permiten nuevos entornos en línea;
- 3) demanda de un nuevo sistema educativo, con sistemas de formación, redes telemáticas, nuevos escenarios y materiales específicos, etcétera; y
- 4) exige el reconocimiento del derecho universal a la educación en el “tercer entorno”.

### **Sistemas de gestión de contenidos de aprendizaje**

El objetivo de estos sistemas es gestionar objetos de aprendizaje, es un entorno multiusuario en el que los desarrolladores crean, almacenan, reutilizan, gestionan y distribuyen contenidos a partir de un repositorio central de objetos de aprendizaje (Observatorio de *e-learning*, 2008). Estos sistemas de *e-learning* también se llaman ambientes virtuales de aprendizaje (VLE, por sus siglas en inglés).

Moodle es el más importante de los LCMS actuales. Inicialmente su sigla era acrónimo de entorno modular de aprendizaje dinámico orientado a objetos. Moodle es una aplicación web que se ejecuta en diversos sistemas operativos como Windows o Linux, siempre que soporten el lenguaje PHP.

La filosofía planteada de Moodle incluye una aproximación constructivista social de la educación, enfatizando que los educandos contribuyan a la

experiencia en muchas formas. Es un sistema lo suficientemente flexible para permitir una amplia gama de enseñanza. Puede ser utilizado para generar contenido de manera básica o avanzada y no requiere un enfoque constructivista de enseñanza. El constructivismo es a veces visto en contraposición con las ideas de la educación enfocada en resultados, como en Estados Unidos (Moodle, 2006).

Algunas características generales del Moodle de interés para un administrador del sistema:

- se ejecuta sin modificaciones bajo Unix, Linux, Windows, Mac OS X, Netware y otros sistemas operativos que acepten PHP (la mayoría de proveedores de alojamiento web lo permiten);
- está diseñado de manera modular y permite un gran flexibilidad para agregar (y quitar) funcionalidades en muchos niveles;
- se actualiza muy fácilmente desde una versión anterior a la siguiente;
- usa solamente una base de datos (si es necesario puede compartirla con otras aplicaciones);
- se ha enfatizado en una seguridad sólida en toda la plataforma; todos los formularios son revisados, las *cookies* encriptadas, etcétera.

Otras características de interés para los profesores:

- Moodle promueve una pedagogía constructivista social (colaboración, actividades, reflexión, etc.);
- es adecuado tanto para las clases totalmente en línea o a distancia, así como para complementar el aprendizaje presencial;
- tiene una interfaz de navegador de tecnología sencilla, ligera, eficiente, y compatible;
- es fácil de instalar en casi cualquier plataforma que soporte PHP;
- la lista de cursos muestra descripciones de cada uno de los que hay en el servidor, permitiendo el acceso de invitados;
- los cursos pueden clasificarse por categorías y ser buscados; un sitio Moodle puede albergar miles de cursos.

### **Aprendizaje mezclado (*b-learning*)**

Los mejoramientos que provee Internet pueden ser utilizados para preparar estudiantes antes de la clase, para retención en el aprendizaje y para

proveer un útil depósito de los materiales del curso. En este contexto, mientras que el *e-learning* es el uso de las tecnologías multimedia e Internet para mejorar la calidad del aprendizaje –permitiendo el uso de recursos de video, audio y texto para enriquecer los contenidos– basado en una tecnología eficaz, pero con planteamiento didáctico y parte de un proceso social implicando un cambio en la organización y formación de profesores (Van Dam, 2004), recientemente ha surgido un nuevo modelo denominado *blended-learning* (aprendizaje mezclado), donde no se trata de agregar tecnología a la clase, sino de reemplazar actividades de aprendizaje con otras apoyadas con tecnología.

El término *blended learning* se puede traducir al castellano como aprendizaje mezclado o combinado, sigue una tendencia con una marcada raíz procedente del campo de la psicología escolar en la que destaca el término “aprendizaje” como contrapuesto al de “enseñanza”.

*Blended-learning* no es un concepto nuevo. Durante años se han combinado las clases magistrales con los ejercicios, los estudios de caso, juegos de rol y las grabaciones de video y audio, por no citar el asesoramiento y la tutoría. Quizá el término sea lo más novedoso, se han dado otras denominaciones a modalidades del mismo tipo en diferentes contextos. En distintas universidades se describe como educación flexible al sistema en donde se aprovechan los modos virtuales como la videoconferencia o la web, con sesiones presenciales. También se utilizan términos como enseñanza semipresencial, formación mixta y, en la literatura anglosajona, modelo híbrido.

En *b-learning* el formador asume de nuevo su rol tradicional, pero usa en beneficio propio el material didáctico que la informática e Internet le proporcionan para ejercer su labor en dos frentes: como tutor en línea (tutorías a distancia) y como educador tradicional (cursos presenciales). La forma en que combine ambas estrategias depende de las necesidades específicas de cada curso, dotando así a la formación en línea de una gran flexibilidad.

Utilizando Moodle como entorno virtual de aprendizaje y con un programa de formación continua –fundamentado para el personal docente tanto en aspectos metodológicos como técnicos– pueden incorporarse cualquiera de las aproximaciones de *b-learning* en la educación superior (González, 2006).



### Desarrollo de la investigación

A continuación se presenta el estudio sobre estilos de aprendizaje que se realizó sobre estudiantes de carreras de Sistemas computacionales e informática; el objetivo fue obtener un patrón de estos estilos válido para quienes las cursan en el norte del estado de Coahuila, y en el cual se pudiera basar una herramienta de enseñanza de programación de computadoras. Participaron estudiantes de Ciencias computacionales de la Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila y del Instituto Tecnológico de Piedras Negras entre 2006 a 2008, en un número de 132 estudiantes.

Se aclara que los resultados del estudio que se presenta, en cuanto a las características que deben regir la enseñanza de Ciencias computacionales a este grupo de estudiantes, podrán tener resultados diferentes en sus conclusiones con otra muestra ubicada en un sitio geográfico diferente y tomando otra área de conocimiento, pero aplicando los mismos procedimientos que se describen.

El instrumento utilizado para recolectar los datos fue el cuestionario VARK en su versión en español vigente a 2001. Consiste de 13 preguntas con tres o cuatro opciones de respuesta, donde el alumno elige una o varias o ninguna opción si las existentes no aplican a su forma de trabajar con información.

Una vez obtenidos los resultados, se acumularon en un archivo de texto separado por comas (CSV) que se depuró para dejar los datos requeridos para nuestro análisis grupal; posteriormente, se reabrió el archivo CSV en el Bloc de notas de Windows para obtener un archivo .arff (figura 1), requerido como entrada para el software WEKA (Witten y Frank, 1999), que se utilizó para obtener el patrón de estilos de aprendizaje de los estudiantes. Se anexa el contenido completo del archivo .arff con los resultados del cuestionario VARK para la totalidad de la muestra.

En WEKA se utilizaron tareas de minería de datos descriptivas. En particular, se aplicaron análisis de clusters para identificar subgrupos homogéneos dentro de la muestra de alumnos. En particular, se optó por el algoritmo de *clustering FarthestFirst* (el más alejado primero) por tratarse de un problema de  $k$  centros donde se pretende que la máxima distancia entre una tupla y su centroide sea mínima (Chaudhuri, Garg y Ravi, 1998), y es el adecuado para el conjunto de datos de muestra obtenido, considerando el número de variables a evaluar. Para detectar los estilos de apren-

dizaje dominantes se probó con distintos números de clusters a fin de obtener uno o más patrones de estilos de aprendizaje según el modelo VARK (Durán y Costaguta, 2007).

FIGURA 1

*Conversión en Bloc de Notas del archivo .csv a formato .arff*

```

@RELATION encuestaVARK

@ATTRIBUTE visual INTEGER
@ATTRIBUTE auditivo INTEGER
@ATTRIBUTE lectoescritura INTEGER
@ATTRIBUTE kinestésico INTEGER

@DATA
8,3,6,10
3,5,4,10
5,4,0,10
7,6,7,9
4,5,6,9
5,6,5,9
.....

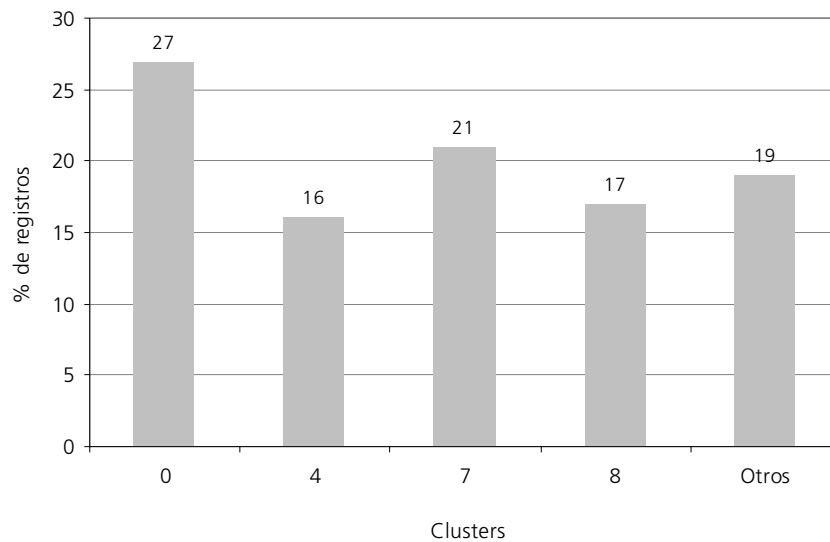
```

Al ejecutar el algoritmo de clustering dentro de WEKA, fue útil detectar varios patrones de estilos de aprendizaje, tanto uno principal como otros secundarios, a fin de incluir los que representaban en la implementación del sistema de aprendizaje. Se realizaron pruebas para valores de centros entre 2 y 10, debido a que en las ocho primeras pruebas no se obtuvo una significancia suficiente para determinar patrones de estilos de aprendizaje. En este caso, tras el análisis para diez centros, se estableció una tabla con los clusters centroides seleccionados por su porcentaje de significancia, y se estableció el estilo de aprendizaje asociado con el modelo VARK al que correspondieron. En la tabla 1, para los clusters más significativos, se observa el estilo que representan, y la gráfica 1 muestra el porcentaje de individuos en la muestra que se ajustaban a cada cluster, acumulando los cuatro más significativos el 81% de los registros en la muestra.

TABLA 1  
*Estilos de aprendizajes VARK representados por los clusters más significativos del estudio*

Centroide	Visual (V)	Auditivo (A)	Lectoescritura (R)	Kinestésico (K)	Estilo de aprendizaje resultante	% de registros
Cluster 0	1.0	5.0	2.0	5.0	Multimodal (kinestésico, auditivo)	27
Cluster 4	7.0	2.0	5.0	6.0	Multimodal (visual, kinestésico, lectoescritura)	16
Cluster 7	2.0	1.0	3.0	8.0	Kinestésico muy fuerte	21
Cluster 8	5.0	6.0	5.0	9.0	Multimodal (kinestésico, auditivo, visual, lectoescritura)	17

GRÁFICA 1  
*Porcentaje de clusters más significativos del estudio de estilos de aprendizaje VARK*



Con el objeto de transferir a la práctica cotidiana de la enseñanza de la programación de computadoras entre este grupo de estudiantes, para propiciar la compatibilidad entre su estilo de aprendizaje y el de los profesores, fue conveniente a partir del análisis de los resultados sugerir algunas estrategias de enseñanza conforme el perfil obtenido de los alumnos encuestados.

Se concluyó que el estilo de aprendizaje más utilizado por los estudiantes entrevistados, que corresponde a la manera en que procesan mejor la información, queda representado por una mezcla uniforme de estilos multimodales tal como se definen en el modelo VARK: kinestésico-auditivo, visual-kinestésico-lectoescritura y kinestésico-auditivo-visual-lectoescritura (este último, una mezcla de los cuatro estilos considerados en este modelo). Destaca la presencia en las tres mezclas multimodales resultantes del estilo kinestésico, que también obtuvo el porcentaje más significativo como estilo monomodal muy fuerte, lo que se traduce como sigue, considerando estas conclusiones la base para la operación del sistema de aprendizaje:

- La enseñanza de Ciencias computacionales, específicamente programación de computadoras, a este grupo de estudiantes del norte de Coahuila, bajo su escenario y contexto actual, debe enfocarse hacia el estilo kinestésico prevaleciente en la mayoría de ellos, ya sea de manera individual o combinada con los otros estilos. Esto indica la necesidad de orientar las estrategias de enseñanza a actividades prácticas en vez de teóricas.
- El tipo de información que se presente a los alumnos debe corresponderse con hechos o casos de estudio concretos, significativos con el entorno en el que se desenvuelven, a fin de que ellos puedan poner en práctica tal información (lo anterior, de acuerdo con el modelo VARK, es el sustento del estilo kinestésico de aprendizaje).
- El enfoque de enseñanza que permite aplicar de mejor manera los principios básicos del estilo kinestésico de aprendizaje corresponde a la teoría constructivista, a partir de la presentación y práctica de ejemplos de programación de computadoras.
- A fin de incluir los otros tres estilos de aprendizaje referidos en el modelo VARK, dado que son utilizados de manera combinada con el aprendizaje kinestésico, es conveniente que la enseñanza de pro-

gramación de computadoras incluya estrategias de presentación de información de modo visual, especialmente, el uso de información en formato auditivo (presentación de información y conceptos en pistas de audio) y de manera escrita a fin de ser leída o reescrita (cuestionarios, juegos de palabras, ejercicios de complementación de programas, etc.). Lo anterior permitirá a aquellos estudiantes con uno de estos tres estilos de aprendizaje bien definido, ser incluidos en los procesos de enseñanza.

- El diseño y desarrollo de un sistema informático de aprendizaje de programación de computadoras debe centrarse en estrategias de enseñanza kinestésicas, sin dejar de incluir otras válidas para el resto de estilos de aprendizaje, a fin de que los estudiantes puedan utilizar esos componentes de manera independiente o combinada. Sin embargo, el patrón obtenido para los alumnos de la región norte del estado de Coahuila implica un enfoque mayor al estilo kinestésico en combinación con los otros tres estilos referidos.

Por otra parte, se concluyó que el desarrollo del sistema tenía que incluir herramientas multimedia y de demostración de ejemplos prácticos de programación de computadoras, utilizando como base de este sistema un lenguaje de programación específico el cual sirva como modelo para otros lenguajes de programación, a fin de completar un sistema integral de enseñanza. Enseguida, se presenta la manera en que fueron ejecutadas estas conclusiones en una unidad de muestra de programación de computadoras.

### **Aplicación de resultados de la investigación**

Sobre la base de los lineamientos formulados anteriormente, y con el fin de comprobar si efectivamente propician un mayor rendimiento académico de los estudiantes, se diseñaron estrategias didácticas concretas para la enseñanza de programación de computadoras.

Para ello se tomó un temario para un curso de programación de computadoras en lenguaje java, basado en los contenidos temáticos de las materias de Programación avanzada de la carrera de técnico superior universitario en Tecnologías de la información y la comunicación, área Sistemas informáticos, en la Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila, y Fundamentos de programación de la carrera de Ingeniería en sistemas

computacionales del Instituto Tecnológico de Piedras Negras, instituciones donde se localizó la muestra de estudio.

Para el diseño de tales estrategias didácticas, a partir del análisis de los resultados del estudio de estilos de aprendizaje, se consideró una serie de preguntas derivadas de investigaciones previas acerca del tema (Durán y Costaguta, 2007; Sanabria, 2006; Sanz Gil, 2003).

Atendiendo a la pregunta *¿qué tipo de información enfatizar?*, tomando en cuenta que el estilo predominante en los estudiantes de programación de computadoras es, en general, multimodal pero con una tendencia hacia el aprendizaje kinestésico, se establecieron como estrategias de enseñanza las siguientes:

- Para motivar e introducir a los estudiantes en los conceptos básicos sobre programación de computadoras, se estableció el planteamiento de situaciones concretas cuya solución fuera través de la programación. Tales ejercicios se relacionaban inicialmente con la concepción de algoritmos para la solución de problemas obtenidos del entorno del estudiante, como la conversión de moneda de pesos a dólares, entre otros.
- En las clases prácticas se estableció priorizar el uso de material que enfatice los métodos prácticos de resolución de problemas, por ejemplo el uso de guías para resolver ejercicios de algoritmos y lógica de programación, a fin de, posteriormente, convertirlos a un lenguaje de programación. Para cada uno de los temas desarrollados en las clases teóricas se proporcionaron ejemplos concretos tomados del mundo real.
- Como los estudiantes con tendencias de aprendizaje kinestésicas prefieren resolver problemas utilizando métodos estandarizados –que ellos mismos puedan poner en práctica–, en las clases teóricas se debe realizar una descripción formal de los paradigmas de programación de computadoras, enfatizando en la programación orientada a objetos, antes de sus principios sean llevados a la práctica.

En este punto hay que considerar que, a pesar de la marcada tendencia kinestésica de los estudiantes, es necesario que los profesionales de áreas relacionadas con las Ciencias computacionales y la informática sean capaces de percibir información tanto concreta como abstracta, por lo tanto

después de motivar a los estudiantes a través de hechos concretos, se debe buscar la revisión de conceptos de programación de computadoras.

Atendiendo a la pregunta *¿en qué modo de presentación se debe hacer hincapié?*, entendiéndose además que el estilo de aprendizaje predominante entre los estudiantes de programación de computadoras es el kinestésico, se consideró el énfasis de la práctica de ejercicios propuestos sobre diversos problemas de la vida diaria del alumno utilizando el lenguaje de programación a estudiar, en este caso de análisis, Java, que permite acercar a los estudiantes a los principios de programación de una forma completa y acorde con el enfoque orientado a objetos que requieren en este momento.

Atendiendo a la pregunta *¿qué forma de participación del estudiante debe enfatizarse con la presentación?*, conociendo la preponderancia del estilo kinestésico entre los estudiantes tanto de individual como combinado, se consideró la aplicación de las siguientes estrategias:

Tanto en las clases prácticas como en las teóricas se debe incentivar una activa participación de los estudiantes planteándoles interrogantes, solicitándoles ejemplos y proponiendo actividades para ser resueltas en forma grupal, dándoles el tiempo necesario para la reflexión y la asimilación de los conceptos. En algunos temas particulares, por ejemplo, el desarrollo de algoritmos para la solución de problemas de programación de computadoras, se debe priorizar la reflexión individual, para luego contrastar estas resoluciones con las de sus compañeros.

Atendiendo a la pregunta *¿qué tipo de perspectiva se proporciona con la información presentada?*, y teniendo como resultado que la mayoría de los estudiantes de Programación cuentan al menos con un segundo estilo de aprendizaje que los ayuda a procesar mejor el conocimiento, se concluyó la aplicación de las siguientes estrategias:

- Al iniciar una asignatura acerca de programación de computadoras, se recomendó una presentación global de la misma, consensuando objetivos y mostrando en un mapa conceptual la articulación temática de la asignatura, a fin de favorecer una comprensión integral sobre los temas a tratar antes de entrar a su revisión puntual.
- En el tratamiento de cada tema se resaltaron su importancia y grado de contribución para los objetivos de la asignatura.
- Durante las clases prácticas se planteó la realización de ejercicios de programación en los que se pusiera en juego la creatividad del estu-

diante en el diseño de soluciones utilizando la programación de computadoras, especialmente el enfoque de orientación a objetos.

A partir de las estrategias anteriores fue posible definir las características deseables para el modelo del sistema informático de aprendizaje de programación de computadoras a ejecutar.

Comenzó una revisión exhaustiva sobre la existencia de herramientas de enseñanza, las cuales pudieran cumplir con los objetivos planteados inicialmente en este trabajo.

De acuerdo con lo anterior, se pensó en utilizar algún programa o sistema de gestión de contenidos de aprendizaje existente, tanto para entorno de escritorio de Windows como para utilización a través de un servidor web. En este sentido, el empleo de sistemas LCMS para ambientes del sistema operativo Windows, en sus distintas versiones, se consideró poco conveniente para los alcances planteados en este trabajo, debido a lo siguiente:

- la necesidad de que el sistema de aprendizaje tenga que ser instalado en las distintas computadoras donde se desee utilizar, con el consiguiente gasto en tiempo y recursos;
- el costo de licenciamiento del *software* comercial;
- la dificultad de implementar debido al uso de información en un entorno de red; y
- el costo de licenciamiento del sistema operativo y otros recursos a emplear.

Por lo anterior, se decidió utilizar un sistema LCMS de código abierto, el cual, en cuanto a su estatus, tuviera las siguientes características:

- *Flexibilidad*. Si el código fuente está disponible, será posible aprender y modificar los programas de acuerdo con las necesidades referidas, adaptándolo para tareas específicas, produciendo un flujo constante de ideas que mejoran la calidad de los programas.
- *Fiabilidad y seguridad*. La detección de errores y su solución es más inmediata que en el *software* comercial.
- *Rapidez de desarrollo*. Las actualizaciones y ajustes se realizan a través de una comunicación constante vía Internet. Aparte, se obtienen me-



nores tiempos de desarrollo debido a la amplia disponibilidad de herramientas y librerías.

- *Libre*. Es de libre distribución, cualquier persona puede regalarlo, venderlo o prestarlo. Esto último facilitará la difusión del proyecto, especialmente en las universidades donde no siempre cuentan con los recursos suficientes para adquirir sistemas LCMS comerciales, especialmente las públicas.
- *Bajo costo de operación*. Esto incluye instalación sobre plataformas de código abierto, como Linux, uso de servidores web y de lenguajes de programación con kits de desarrollo gratuitos, como Java o PHP.

Por otra parte, se agregó como característica deseable del sistema LCMS su capacidad de ajustarse a los lineamientos para la enseñanza de estudiantes de programación de computadoras; por ello, entre una gran cantidad de herramientas de código abierto para tales efectos, se escogió el sistema Moodle (versión 1.9), ya que cumplió con tales características. Entonces, se presenta la descripción del modelo de enseñanza de programación de computadoras que permitirá poner en marcha las características explicadas.

La aplicación de la metodología de enseñanza antes descrita para un curso de programación de computadoras en lenguaje Java utilizó un contenido temático de una unidad de muestra que tomó como *objetivo de aprendizaje* que el alumno sea capaz de identificar las características del paradigma de programación a objetos y localice e instale herramientas básicas para la elaboración de programas en Java, así como conocer fundamentos del lenguaje.

La tabla 2 presenta los *objetivos específicos* para cada tema dentro de la unidad, separados en dos categorías basadas en los modelos educativos propuestos para los institutos tecnológicos y las universidades tecnológicas: las actividades de aprendizaje a desarrollar, asociadas con el saber hacer o la práctica al que corresponden los conocimientos prácticos que tiene que conocer el estudiante (en relación con su enseñanza a través del aprendizaje kinestésico, principalmente); y los objetivos educativos asociados con el saber o teoría de los temas que se presentaron a través de estrategias del estilo de aprendizaje de lectura-escritura del modelo VARK.

TABLA 2

*Descripción de objetivos educativos y actividades de aprendizaje del curso de programación de computadoras en lenguaje Java*

<b>Temas</b>	<b>Actividades de aprendizaje (práctica)</b>	<b>Objetivos educativos (teoría)</b>
1.1. Introducción a la orientación a objetos	Analizar escenarios del mundo real para detectar objetos presentes y sus interacciones y realizar un mapa conceptual sobre el ciclo de vida del software	El estudiante conocerá los conceptos básicos del enfoque orientado a objetos y su aplicación a situaciones del mundo real
1.2. Introducción histórica y contextual del Lenguaje Java	Escribir aplicaciones simples y ejecutarlas para que muestren la funcionalidad del lenguaje Java	El estudiante conocerá las características principales del lenguaje Java
1.3. Entorno de desarrollo	Conocer el entorno de desarrollo del lenguaje Java y la estructura de un programa	El estudiante conocerá la sintaxis, comentarios y palabras reservadas
1.4. Variables, tipos de datos y conversión entre tipos	Declarar constantes y variables y escribir programas en Java que contengan variables miembro y variables automáticas	El estudiante conocerá los tipos de datos y podrá distinguir entre variables miembro y variables automáticas
1.5. Operadores y expresiones	Escribir programas que contengan operadores	El estudiante conocerá el uso de operadores y reconocer expresiones
1.6. Estructuras de control condicionales	Escribir programas usando sentencias de control condicionales	El estudiante aprenderá el uso apropiado de las estructuras de control condicionales
1.7. Estructuras de control repetitivas	Escribir programas usando sentencias de control repetitivas	El estudiante aprenderá el uso apropiado de las estructuras de control repetitivas

De acuerdo con las características de los estilos de aprendizaje definidos en el modelo VARK, y los resultados del estudio de las encuestas sobre éstos, realizado con el *software* WEKA, se estableció que las estrategias para la enseñanza de programación de computadoras requirieron la aplicación de las siguientes actividades para cada estilo de aprendizaje dentro de Moodle:

- *Estilo kinestésico*: prácticas de laboratorio para resolver ejercicios y ejemplos de principios de la programación de computadoras, así como

ejemplos de aplicación en la vida real, solución de programas en forma manual, ejercicios de pruebas de escritorio y de detección de errores en programas propuestos, solución a cuestionarios y exámenes de prueba antes de los de evaluación, que también pueden ser realizados a través del esquema anterior.

- *Estilo auditivo*: sesiones de *podcast* con explicación de los temas de la materia, tutorías personalizadas o en grupos de alumnos con este estilo bien desarrollado, foros de discusión orales, exposiciones en línea o de forma presencial de los temas de la materia, ejemplos y su explicación, descripción oral del contenido de la clase, ejercicios de complementación para recordar mentalmente sentencias o comandos, entre otros.
- *Estilo de lectura y escritura*: escribir listas de comandos del lenguaje de programación (en este caso Java) con su definición, glosario de términos útiles, construcción de guías de definiciones, consultas en libros y en páginas de Internet y notas en clase. Además, realización de ensayos sobre los conceptos básicos de programación de computadoras, lectura de manuales de programación en Java, práctica de preguntas de opción múltiple, creación de jerarquías de palabras, entre otras actividades.
- *Estilo visual*: presentación de exposiciones orales sobre los temas de la unidad apoyadas por imágenes, diagramas, videos, diapositivas, entre otros materiales visuales que permitan ejemplificar la aplicación de la programación de computadoras en la vida real. Este conjunto de actividades, de cierto modo, refuerzan las estrategias de los otros estilos más que simplemente presentar contenido en formato visual, ya que éste fue el estilo de aprendizaje menos significativo en el estudio realizado.

Dentro de Moodle se realizó la aplicación de algunas de las actividades mencionadas en el curso de programación de computadoras. Cabe señalar que no fue posible poner en marcha algunas en tal herramienta, debido a que se recomendó que fueran aplicadas de forma presencial por el profesor o tutor en turno, lo que implica que el modelo desarrollado se ajusta al *b-learning*, en el que se combinan las propiedades de entornos virtuales como el Moodle, con clases presenciales de la materia a impartir. Esto permite que en un entorno de enseñanza de este tipo, no se descarte la participación de los docentes.

La tabla 3 muestra la clasificación de los recursos de los que se dispuso para su ejecución en el curso de muestra, de acuerdo con el estilo de aprendizaje VARK al que se adaptan. Se puede observar que algunos recursos y herramientas abarcan varios estilos, debido a que sus características los hacen flexibles al emplearse dentro del proceso de enseñanza.

TABLA 3  
*Recursos y herramientas de Moodle clasificadas por el estilo de aprendizaje VARK que abarcan*

Visual (V)	Auditivo (A)	Lectura y Escritura (R)	Kinestésico (K)
• Páginas Web*	• Páginas Web*	• Páginas de texto	• Páginas Web*
• SCORM*	• SCORM*	• Páginas Web*	• Cuestionarios
• Wiki*	• Talleres	• Lecciones	• SCORM*
• Programa Individual de Aprendizaje (ILP)	• <i>Podcast</i>	• SCORM*	• Tareas
	• Grabadora de sonidos (AudioRecorder)	• Glosario	• Mensajes
	• Wiki*	• Foros y chats	• Tormenta de ideas

\* La actividad puede ajustarse a varios estilos de aprendizaje.

Moodle cuenta con tres modelos fundamentales para organizar una asignatura dentro de la plataforma y pueden escogerse seleccionando un formato en el panel de administración del servidor. Los modelos de organización son:

- *Formato semanal:* permite organizar las asignaturas o cursos a partir de una estructura temporal; las asignaturas se organizan por semanas que se identifican por su fecha de inicio y fin.
- *Formato por temas:* permite organizar fácilmente la asignatura en temas o tópicos de contenidos diferentes. Los temas no están limitados por el tiempo, por lo que no es obligatorio especificar fechas. El profesor establece el ritmo que los estudiantes deben seguir mientras avanzan; esto puede hacerse simplemente colocando en el encabezamiento del tema cuándo debe abordarse o cuándo es el último día para que los alumnos terminen ese tema.

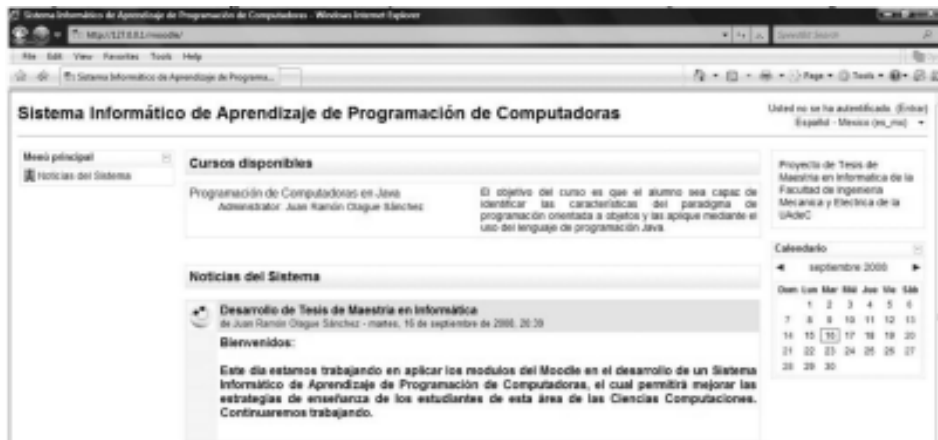
- *Formato social:* se orienta a un foro y al intercambio de información entre todos. Este tipo de organización de la asignatura gira sobre un solo foro de debate, que aparece en la página principal. Éste puede configurarse para admitir o no múltiples debates y que éstos sean abiertos por los alumnos o sólo por el profesor.

De acuerdo con lo anterior, se consideró que este curso de programación de computadoras se pusiera en marcha a través del formato por temas, que da flexibilidad en cuanto al tiempo de desarrollo tanto a los estudiantes como al profesor.

Una vez definidas las características del sistema informático planteado inicialmente, se realizó el proceso de instalación de la plataforma Moodle con el fin de preparar y editar los contenidos del curso de muestra de programación de computadoras en Java, tras lo cual quedó listo para su acceso desde una ventana principal de la plataforma, como se muestra en la figura 2.

FIGURA 2

*Pantalla principal del sistema informático de enseñanza de programación de computadoras*



Al hacer click en tal hipervínculo, si es la primera vez que el estudiante ingresa al sistema, deberá validar su inscripción al mismo (que también puede ser configurada por el administrador del sistema). Después de aceptar

la inscripción, al oprimir el botón “Sí” como respuesta a la pregunta planteada, es posible acceder a los contenidos del curso.

FIGURA 3

*Pantalla inicial del curso de programación de computadoras en Java*



Ya dentro del curso, es visible sólo el tema actual seleccionado por el administrador del curso (generalmente el profesor), de tal forma que el estudiante podrá acceder a los contenidos de este tema haciendo click sobre el hipervínculo de cada actividad indicada para él.

En caso de querer visualizar un nuevo tema, se selecciona de entre los incluidos en la lista en el cuadro de “Ir a...”, tras lo cual se desplegarán los contenidos de aprendizaje del tema deseado.

El estudiante también puede hacer click en el botón con el nombre “Mostrar todos los temas”, a un lado del tema actual, para ver el detalle de contenidos de aprendizaje de cada tema incluido en el curso. Además, puede acceder, desde la ventana inicial, a las novedades del curso y al listado de actividades recientes indicadas en la barra a la derecha de la ventana del explorador web.

Al acceder a los diferentes contenidos de aprendizaje, cada uno aparecerá con su propia visualización dependiendo del módulo o recurso utilizado para su operación, la cual fue descrita con anterioridad. Por ejemplo,

la figura 4 muestra la presentación de un contenido de texto en una página web para el tema de Introducción a la orientación a objetos en el curso.

FIGURA 4

*Visualización de página web con contenido de texto del tema actual*



De la misma manera, se permitió el acceso a los distintos contenidos de aprendizaje diseñados para el curso de programación de computadoras en Java; además hubo sesiones de *podcast* con explicaciones audibles sobre los temas tratados, visualización de presentaciones de PowerPoint para revisión visual y textual de los contenidos temáticos y diversas actividades prácticas como solución de ejercicios en herramientas de desarrollo del lenguaje y de exámenes en línea, los cuales pueden incluir preguntas de opción múltiple, de falso y verdadero y de complementación, para evaluar el avance académico de los estudiantes. Por otro lado, se prepararon al final de la unidad, ejercicios de aplicación adicionales para poner a prueba los conocimientos adquiridos sobre este lenguaje.

### **Conclusiones y discusión de resultados**

Del análisis de estilos de aprendizaje y su aplicación, realizado con estudiantes de carreras de ciencias computacionales del norte de Coahuila,

se concluye que el estilo de aprendizaje que más utilizan es una mezcla de estilos multimodales como se definen en el modelo VARK, la combinación incluye los estilos kinestésico-auditivo, visual-kinestésico-lectoescritura y kinestésico-auditivo-visual-lectoescritura. Se destaca la presencia en las tres mezclas multimodales resultantes del estilo kinestésico, que obtuvo un porcentaje significativo como estilo monomodal muy fuerte, lo que se interpretó así:

- La enseñanza de programación de computadoras a los estudiantes debe enfocarse hacia el estilo kinestésico prevaleciente en la mayoría, ya sea individual o combinado con los otros estilos. Para ello, la información a presentar a los alumnos debe relacionarse con casos concretos que tengan un significado con el entorno en que se desenvuelven, a fin de que puedan ponerla en práctica.
- El enfoque de enseñanza que permitirá aplicar mejor los principios básicos del estilo kinestésico de aprendizaje es la teoría constructivista ya que, a partir de la presentación y práctica de ejemplos, se podrán obtener conclusiones sobre conocimientos propios de la programación de computadoras y de otras áreas de las ciencias computacionales.
- El desarrollo de un sistema informático de aprendizaje de programación de computadoras requerirá, dentro de su interfase, enfatizar las estrategias de enseñanza kinestésicas aplicables, pero sin dejar de incluir algunas válidas para los otros estilos de aprendizaje, a fin de que los alumnos puedan utilizarlas de manera independiente o combinada. Los requerimientos para otras disciplinas del conocimiento estarán sujetos a las características del estilo de aprendizaje de sus estudiantes.
- Los resultados obtenidos del uso de Moodle para presentar contenidos de aprendizaje según los estilos de los estudiantes establecen que la utilización de estas herramientas junto con la enseñanza presencial fundamentarán una mejor instrucción profesional entre los estudiantes de instituciones de educación superior. Este punto es importante debido al auge actual de programas de carreras diversas a distancia, mediante el uso de plataformas informáticas de este tipo, el cual continuará con su extensión y difusión.



### Actualidad y trabajo futuro

En la actualidad, si bien la puesta en marcha de un curso completo de programación de computadoras en Java continúa en proceso de diseño y desarrollo –especialmente de los contenidos apropiados para cada tema a revisar– y de prueba con grupos de estudiantes del entorno geográfico en el que se desarrolló esta investigación, se considera que las pruebas realizadas con diversos grupos de estudiantes en las instituciones educativas antes mencionadas, en comparación con los resultados obtenidos con un esquema de curso totalmente presencial –especialmente en cuanto a la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos– validan la necesidad de continuar con la operación de esta herramienta para apoyar el aprendizaje.

Para este trabajo es de especial importancia la aplicación que actualmente se lleva a cabo en los subsistemas de institutos y universidades tecnológicas de nuestro país de los modelos de enseñanza basados en competencias profesionales, los cuales confirman la necesidad de aplicar, en los entornos de educación presencial existentes, herramientas y entornos virtuales de enseñanza que apoyen, como se definió inicialmente, el trabajo docente y el aprendizaje de los estudiantes, lo que es necesario para todas las carreras y programas educativos.

A continuación se presentan propuestas de trabajo sobre el tema de este artículo:

- Se plantea la necesidad de extender y aplicar la metodología de enseñanza obtenida de la investigación de estilos de aprendizaje entre un grupo de estudiantes más amplio que el de la región donde se desarrolló este trabajo, con el objeto de establecer aquellas modificaciones necesarias en el sistema informático de aprendizaje para que sea de utilidad entre estudiantes de otros entornos, ajustándose en todo momento a los contenidos programáticos de las materias con este contenido en las distintas instituciones de educación superior del país. Este punto debe ser apoyado por una réplica del estudio de estilos de aprendizaje utilizando el modelo VARK o quizá algún otro (Felder, Silverman, 1988) para detectar tales variaciones en los estilos de aprendizaje de estudiantes bajo otros contextos y escenarios.

- Es necesario que nuevas aplicaciones de herramientas informáticas, como Moodle, en cursos de Programación de computadoras u otras disciplinas, tomen en cuenta las variaciones de los estilos de aprendizaje de los estudiantes en distintos momentos, por lo cual es deseable continuar con la aplicación de encuestas de estilos de aprendizaje, ya sea mediante el cuestionario VARK o algún otro instrumento de medición que involucre otras variables socioeconómicas que pudieran afectar el desempeño de los estudiantes.
- Está proyectado el desarrollo de módulos adicionales al sistema Moodle que permitan extender el uso de las estrategias necesarias para la enseñanza de Programación de computadoras y otras materias, de acuerdo con los estilos de aprendizaje definidos en el modelo VARK. En este sentido, se plantea crear un módulo especial para, a partir de las respuestas al cuestionario VARK, obtener un modelo de curso personalizado que se base en el estilo de aprendizaje utilizado por el estudiante.
- Extender la aplicación de este sistema informático de aprendizaje a distintas disciplinas dentro de un entorno de enseñanza de tipo *b-learning* que incluya la realización de actividades en línea y dentro del aula, todas bajo la dirección de los profesores. Además, mantener actualizada la plataforma de Moodle para la aplicación del sistema informático de aprendizaje.
- Analizar los resultados académicos de estudiantes que empleen herramientas de este tipo para verificar su funcionamiento y mejorarlas a partir de tales resultados, así como para comparar el desempeño de los estudiantes con y sin el uso del sistema, a fin de confirmar las estrategias definidas en este trabajo.

### **Agradecimientos**

Agradecemos a la Universidad Tecnológica del Norte de Coahuila y al Instituto Tecnológico de Piedras Negras, por su apoyo en la recolección de los datos utilizados para la realización de esta investigación.

## Anexos

### 1. Ejemplo de cuestionario VARK resuelto por estudiantes de Ciencias computacionales e informática del norte de Coahuila

El cuestionario VARK en su versión en español, vigente a 2001, además de la última versión, así como la metodología de evaluación, se pueden encontrar en la dirección electrónica: <http://www.vark-learn.com/>

#### Cuestionario de estilos de aprendizaje VARK

##### ¿Cómo aprendo mejor?

Este cuestionario tiene como propósito saber algo acerca de sus preferencias sobre cómo trabaja con información. Usted tendrá un estilo de aprendizaje preferido y una parte de ese estilo de aprendizaje es su preferencia para capturar, procesar y entregar ideas e información. escoja las respuestas que mejor explican su preferencia y circule la letra. Seleccione más de una respuesta si una respuesta simple no encaja con su percepción. Deje en blanco toda pregunta que no se aplique.

1. Usted está por darle instrucciones a una persona que está junto a usted. Esa persona es de fuera, no conoce la ciudad, está alojada en un hotel y quedan en encontrarse en otro lugar más tarde. ¿Usted que haría?

- a. Dibujo un mapa en un papel
- b. Le digo cómo llegar
- c. Le escribo las instrucciones (sin dibujar un mapa)
- d. La busco y recojo en el hotel

2. Usted no está seguro cómo se deletrea la palabra trascendente o tracendente, ¿qué haría usted?

- a. Busco la palabra en un diccionario
- b. Veo la palabra en mi mente y escojo según como la veo
- c. La repito en mi mente
- d. Escribo ambas versiones en un papel y escojo una

3. Usted acaba de recibir una copia de un itinerario para un viaje mundial. Esto le interesa a un/a amigo/a. ¿Usted qué haría?

- a. Hablarle por teléfono inmediatamente y contarle del viaje
- b. Enviarle una copia del itinerario impreso
- c. Mostrarle un mapa del mundo
- d. Compartir qué planea hacer en cada lugar que visite

4. Usted está por cocinar algo muy especial para su familia. Usted:

- a. Cocina algo familiar que no necesite receta o instrucciones
- b. Da una vista a través de un recetario por ideas de las fotos
- c. Busca un libro de recetas específico donde hay una buena receta

5. Un grupo de turistas le ha sido asignado para que usted les explique del Área Nacional Protegida [ANP]. Usted:

- a. Organiza un viaje por el lugar
- b. Les muestra fotos y transparencias
- c. Les da un folleto o libro sobre las áreas
- d. Les da una plática sobre las ANP nacionales protegidas

6. Usted está por comprarse un nuevo estéreo. ¿Qué otro factor, además del precio, influirá su decisión?

- a. El vendedor le dice lo que usted quiere saber
- b. Leyendo los detalles sobre el estéreo
- c. Jugando con los controles y escuchándole
- d. Luce muy bueno y a la moda (padre, *cool*, chido)

7. Recuerde un momento de su vida en que usted aprendió a hacer algo como a jugar un nuevo juego de cartas. Trate de evitar escoger una destreza física, como andar en bicicleta. ¿Cómo aprendió usted mejor?

- a. Pistas visuales –fotos, diagramas, cuadros...
- b. Instrucciones escritas
- c. Escuchando a alguien que se lo explicaba
- d. Haciéndolo o probándolo

8. Si usted tiene un problema en un ojo, usted prefiere que el doctor:

- a. Le diga que anda mal
- b. Le muestre un diagrama de qué está mal
- c. Use un modelo para enseñarle qué está mal

9. Usted está a punto de aprender un nuevo programa en la computadora. Usted:

- a. Se sienta frente al teclado y empieza a experimentar con el programa
- b. Lee el manual que viene con el programa
- c. Telefonea a un amigo y le hace preguntas sobre el programa

10. Usted va en su coche a otra ciudad en donde tiene amigos que quiere visitar. Usted quisiera que ellos:

- a. Le dibujen un mapa en un papel
- b. Le den las instrucciones para llegar
- c. Escriban las instrucciones (sin el mapa)
- d. Lo esperen a usted en la gasolinera de la entrada a la ciudad

11. Aparte del precio, ¿qué influirá más en su decisión de compra de un libro de texto particular?

- a. Usted ha usado una copia antes
- b. Un amigo le ha platicado acerca del libro
- c. Una lectura rápida de su contenido
- d. El diseño de la pasta del libro es atractiva

12. Una nueva película ha llegado a los cines de la ciudad, ¿qué influirá más en la decisión de ir al cine o no –asumiendo que tiene el dinero para los boletos?

- a. Usted oyó en el radio acerca de la película
- b. Usted leyó una reseña de la película
- c. Usted vio una reseña en la tele o en el cine

13. Usted prefiere que un profesor / maestro o conferencista use:

- a. Un libro de texto, copias, lecturas
- b. Un diagrama de flujo, cuadros, gráficos, diapositivas
- c. Sesiones prácticas, laboratorio, visitas, viajes de campo
- d. Discusión en clase o *e-mail*, grupos de discusión y conferencistas invitados

## 2. Tabla de resultados de aplicación del cuestionario VARK en formato de entrada .arrrf del software WEKA para análisis de clustering

Enseguida se presentan los resultados de los 132 cuestionarios de estilos de aprendizaje realizados empleando el modelo VARK en el formato del archivo de entrada .arrrf (*Attribute-Relation File Format*) necesario para realizar el proceso de descubrimiento del conocimiento en datos (KDD) en el *software* WEKA. Este formato está compuesto por una estructura claramente diferenciada en tres partes:

- 1) **Cabecera.** Se define el nombre de la relación. Su formato es el siguiente: @relation <nombre-de-la-relación>  
Donde <nombre-de-la-relación> es de tipo String o cadena de caracteres. Si dicho nombre contiene algún espacio será necesario expresarlo entrecomillado. En el caso del archivo para el estudio de estilos de aprendizaje, el nombre de la relación es *encuestaVARK*.
- 2) **Declaraciones de atributos.** En esta sección se declaran los atributos que compondrán nuestro archivo junto a su tipo. La sintaxis es la siguiente: @attribute <nombre-del-atributo> <tipo>  
Donde <nombre-del-atributo> es de tipo String o cadena teniendo las mismas restricciones que el caso anterior. Para el archivo de entrada, todos los atributos definidos, *visual*, *auditivo*, *lectoescritura* y *kinestésico*, son de tipo **INTEGER**, el cual expresa números enteros. En este caso, representan los valores obtenidos para cada estilo al calcular el puntaje del cuestionario VARK de cada estudiante.
- 3) **Sección de datos.** Declaramos los datos que componen la relación separando entre comas los atributos y con saltos de línea las relaciones. En el archivo de entrada utilizado, cada línea representa el puntaje VARK de cada cuestionario realizado en el orden en que se declararon los atributos del archivo, respectivamente *visual*, *auditivo*, *lectoescritura* y *kinestésico*.

Utilizando este formato de entrada, es posible replicar el cuestionario VARK bajo otros contextos y escenarios diferentes de estudiantes de alguna materia o especialidad y así, mediante el uso del *software* WEKA, realizar un análisis de clustering semejante al presentado en este artículo para obtener patrones de estilos de aprendizaje de un grupo específico de estudiantes. También, será posible utilizar estos datos con otros algoritmos de minería de datos, como análisis de asociaciones y patrones frecuentes en secuencias, a fin de comparar los patrones obtenidos con ellos, los cuales, por la naturaleza de este conjunto de datos, serán semejantes al obtenido por el algoritmo de clustering.

FIGURA A  
*Resultados de aplicación del cuestionario VARK  
 en formato de entrada .arrf del software WEKA*

@RELATION encuestaVARK	6,2,2,8	2,7,7,6	2,3,3,5
	3,2,0,8	6,3,6,6	2,4,3,5
@ATTRIBUTE visual INTEGER	4,2,0,8	3,4,6,6	2,3,3,5
@ATTRIBUTE auditivo INTEGER	5,6,6,7	7,2,5,6	1,4,3,5
@ATTRIBUTE lectoescritura INTEGER	6,6,6,7	3,8,5,6	5,3,3,5
@ATTRIBUTE kinestésico INTEGER	3,2,6,7	2,2,5,6	1,5,2,5
	1,3,5,7	2,3,4,6	3,4,2,5
@DATA	3,1,5,7	1,3,4,6	1,6,1,5
8,3,6,10	9,6,5,7	2,1,4,6	5,2,1,5
3,5,4,10	3,2,5,7	2,2,3,6	4,2,1,5
5,4,0,10	8,4,5,7	1,3,3,6	2,1,6,4
7,6,7,9	3,1,5,7	4,2,3,6	5,4,6,4
4,5,6,9	1,7,4,7	1,4,2,6	5,2,5,4
5,6,5,9	5,5,4,7	5,3,2,6	2,4,3,4
3,5,5,9	4,7,4,7	1,4,2,6	4,2,3,4
1,3,4,9	5,5,3,7	5,3,2,6	2,4,3,4
2,4,4,9	2,1,3,7	5,7,1,6	4,3,3,4
1,2,3,9	1,2,3,7	1,2,9,5	3,3,3,4
1,1,2,9	1,2,3,7	3,6,9,5	3,4,2,4
3,2,2,9	6,5,3,7	5,7,6,5	3,5,1,4
3,4,2,9	4,5,3,7	2,4,6,5	3,2,5,3
4,4,2,9	3,1,2,7	2,3,6,5	5,1,4,3
2,5,1,9	4,2,2,7	3,1,5,5	6,7,4,3
11,5,6,8	2,3,2,7	2,3,5,5	3,3,4,3
0,4,5,8	4,3,2,7	3,3,5,5	1,8,1,3
5,6,4,8	6,3,7,6	1,3,4,5	
2,6,4,8	4,4,7,6	5,4,4,5	
2,3,3,8	4,2,7,6	4,2,4,5	

### Referencias

- Abarca Fernández, Ramón R. (2002). *Teoría del aprendizaje constructivista*. Perú: Editorial Zenit.
- Chaudhuri, S.; Garg, N. y Ravi, R. (1998). "The p-neighbor k-center problem", *Information Processing Letters*, vol. 65, pp. 131-134. Disponible en: <http://citeseer.ist.psu.edu/chaudhuri98pneighbor.html> (consultado: mayo de 2008).

- Díez Palomar, Francisco Javier (2004). *La enseñanza de las matemáticas en la educación de personas adultas, un modelo dialógico*. España: Universidad de Barcelona.
- Durán, Elena y Costaguta, Rosanna (2007). “Minería de datos para descubrir estilos de aprendizaje”, *Revista Iberoamericana de Educación* (España), núm. 42, pp. 1-10.
- Felder, Richard y Silverman, Linda K. (1988). “Learning and teaching styles in engineering education application”, (Estados Unidos) *Engr. Education*, vol. 78, núm. 7, pp. 674-681.
- Fleming, Neil D. (2001). *Teaching and learning styles: VARK strategies*. Nueva Zelanda: Christchurch.
- González Mariño, Julio (2006). *B-learning utilizando software libre*. México: Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Kakn, Friedman (1993). “Control and power in educational computing”, conferencia presentada en el Encuentro de la Asociación de Investigación Educativa Americana, Estados Unidos.
- Majó, Joan y Marquè, Pere (2001). *La revolución educativa en la era Internet*. Barcelona: CissPraxis.
- Moodle (2006). “Documentación de Moodle”, *Moodle* (sitio electrónico, España), <http://docs.moodle.org/es>
- Observatorio de e-learning (2008). “Plataformas LMS vs LCMS”, *Observatorio Elearning AulaGlobal* (sitio electrónico, Venezuela), [www.aulaglobal.net/observatorio/](http://www.aulaglobal.net/observatorio/).
- Renau Renau, María Luisa (2004). *La página web de la industria cerámica-azulejera: Un estudio descriptivo y su aplicación en la enseñanza de inglés para la informática*, Castelló de la Plana: Universitat Jaume I.
- Sanabria Garzón, Jhon Alexis (2006). *Sistema de personalización web para al proceso de aprendizaje en una plataforma de educación virtual*. Bogotá: Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional.
- Sanz Gil, Mercedes (2003). *Las tecnologías de la información y de la comunicación y la autonomía de aprendizaje de lenguas. Análisis crítico y estudio de casos en el aprendizaje del FLE*, Castelló de la Plana: Universitat Jaume I.
- Van Dam, Nick (2004). *The e-learning fieldbook*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Witten, Ian y Frank, Eibe (1999). *Data Mining: Practical machine, learning tools and techniques with Java implementations*. San Francisco, CA: Morgan Kauffmann Publishers.

**Artículo recibido:** 7 de agosto de 2009

**Dictaminado:** 6 de octubre de 2009

**Segunda versión:** 20 de octubre de 2009

**Aceptado:** 4 de noviembre de 2009