

# Agentes inteligentes y Modelo VARK, proponen estrategias de aprendizaje según la manera en que asimila un individuo

Lucy Nohemy Medina-Velandia & Luis Alexis Plazas-Gómez

Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá, Colombia. [lunome@gmail.com](mailto:lunome@gmail.com), [laplazag.@libertadores.edu.co](mailto:laplazag.@libertadores.edu.co)

**Resumen**— Este artículo presenta los resultados de la investigación obtenidos a través de la Inteligencia Artificial, específicamente los Agentes Inteligentes, que toman las decisiones adecuadas, de manera que dependiendo del estilo predominante cómo una persona aprende, propone la estrategia apropiada para aprovechar su aprendizaje autónomamente. Esta investigación se basó en la aplicación del modelo VARK a través de Agentes Inteligentes en los estudiantes que inscribieron la materia Programación Estructurada, debido a que los alumnos cuando trataban de solucionar problemas para crear soluciones informáticas, se les dificultaba, lo que arrojaba una mortalidad de más del 60% del curso. Algunos resultados obtenidos, muestran que los estudiantes participantes en su mayoría eran visuales o auditivos, y que algunas de las estrategias escogidas por el sistema para cada individuo fueron: lecturas, material audiovisual, mapas conceptuales e infografías, para facilitarles el aprendizaje y utilizar mejor sus habilidades. Para elaborar el proyecto, se utilizó la técnica de investigación cuantitativa y la encuesta cerrada directa.

**Palabras Clave**— agentes inteligentes; estilos de aprendizaje; estrategias de aprendizaje.

## Intelligent agent and VARK Model, propose learning strategies according to how they assimilate an individual

Recibido para revisar Octubre 19 de 2017, aceptado Enero 29 de 2018, versión final Febrero 26 de 2018

**Abstract**— This article presents the results of research obtained through the use of Artificial Intelligence, specifically Intelligent Agents that automatically propose appropriate strategies to take advantage of the predominant learning style of a person to improve their autonomous learning abilities. This investigation was based on the application of the VARK model to a sample of students who registered for the class “Structured Programming”. The task of solving the problems and generating the appropriate computational based tools initially proved difficult for the students (over 60% of the students were failing the course). The Artificial Intelligence identified that the majority of the participating students responded best to visual or auditory aids, and that the appropriate strategies chosen by the system for each individual were: reading, audiovisual material, concept maps and infographics. The project utilized quantitative research techniques and was evaluated using direct closed surveys.

**Keywords**— intelligent agents; learning styles; learning strategies.

### 1. Introducción

Los autores de este artículo parten de dos frases que encierran la esencia de la educación del ser humano: [1]: “Enseñar exige seguridad, capacidad profesional y generosidad”, “Enseñar no es transferir conocimiento, sino crear

las posibilidades para su propia producción o construcción”. Palabras sabias que permiten al maestro ser el profesional que se requiere para desempeñar con honestidad su trabajo; pero, bajo estas circunstancias se necesita conocer a quién va a dirigir en su educación. Es así, que las distintas formas en que aprende un ser humano pueden definirse a través de los *estilos de aprendizaje*, término que ha sido bastante indagado por eruditos en materias educativas. Como ejemplo, [2] los define: “Los estilos son las inteligencias puestas a trabajar en tareas y contextos determinados” o como lo afirma Dunn y Dunn, en el escrito *Identifying Individual Learning Styles* [3] “la manera en que los estímulos básicos afectan la habilidad de una persona para absorber y retener la información”. Tareas complejas que deben ser metodológicamente planeadas y bien dirigidas, por un docente dentro del aula de clase, para lograr los objetivos tanto del profesor como del estudiante.

Son varios los problemas que se presentan cuando un maestro enseña a otro individuo, es así, que en este escrito interesan los problemas de aprendizaje, pues no es fácil que un maestro detecte solo con el contacto, cómo profundizan sus alumnos, y aún menos, que todos ellos dentro del aula se mantengan concentrados completamente con lo que el profesor comparte; habrá algunos que conserven su atención y comprendan los conceptos con mayor facilidad, pero otros, no. Por lo anterior, esos discentes no avanzan en su conocimiento y desertan de las instituciones educativas, sobre todo, los que se encuentran en la educación superior.

Debido a la problemática presentada en la mayor parte de educandos y a la deserción que por los motivos expuestos se presenta, en esta investigación se realizó un software que utiliza agentes inteligentes, los cuales, primero, detectan el estilo de aprendizaje de cada uno de los estudiantes del aula de clase y de acuerdo a este diagnóstico, escoge la estrategia didáctica adecuada, la cual el software aplica de forma individual, sobre el mismo tema tratado en el momento.

El desarrollo de este escrito, a grandes rasgos es el siguiente: se considera una parte teórica que centra la investigación, luego se indica cómo se realizó el trabajo, a continuación, se hace el análisis de los resultados y finalmente las conclusiones a que los autores llegaron.

**Como citar este artículo:** Medina-Velandia, L.N. and Plazas-Gómez, L.A., Agentes inteligentes y Modelo VARK, proponen estrategias de aprendizaje según la manera en que asimila un individuo. *Educación en Ingeniería*, 13(26), pp. 11-19, Julio, 2018.

## 2. Marco teórico

### 2.1. Marco referencial

El tema de *estilos de aprendizaje* ha sido difundido e investigado por muchos autores, que van desde 1907, cuando la doctora María Montessori [4] inventó un método propio llamado Montessori, creado a partir de la creencia de que los estudiantes comprendían un tema a partir de la experiencia y de sus acciones, y no simplemente, por medio de pruebas con opciones múltiples.

De otra parte, en 1956 Benjamín Bloom [5], inventa la taxonomía de Bloom, la cual tiene en cuenta el área de aprendizaje, el cual debe ser conducido por unos objetivos bien planeados, pero el complemento lo dan las herramientas adecuadas de evaluación y las actividades a realizar. Es así que Bloom, clasifica u ordena el aprendizaje en tres campos, el cognitivo, el psicomotriz y el afectivo. En cuanto al cognitivo, está compuesto por la parte intelectual del conocimiento, la aplicación, el análisis, la síntesis y la evaluación. El campo psicomotriz, es clasificado por medio de las destrezas, descritas por medio de la precisión, exactitud, facilidad, economía de tiempo y el esfuerzo de la persona. El campo afectivo, muestra el grado de valor y actitud, y se manifiesta por medio de la respuesta, la valoración y la organización.

También, David Kolb [6] en los años 70, trabajó los estilos de aprendizaje a través de su propio modelo, el cual se basa en la experiencia, en la percepción y el procesamiento, dos de las principales dimensiones del aprendizaje. Cuando se refiere a la percepción, la divide en dos tipos: la experiencia concreta y la conceptualización abstracta, las cuales se convierten en conocimiento al trabajar a través de la reflexión y la realización de acciones, no de la teoría, es decir, de un alumno pragmático.

En síntesis, Kolb identificó cuatro estilos de aprendizaje. Las personas que tienen estilo de aprendizaje convergente, tienen habilidades en abstracción, conceptualización y experimentación activa, es decir, practican sus ideas. Las personas divergentes en cambio, tienen habilidades predominantes en la experiencia concreta y observación reflexiva. De otra parte, las personas con estilo de aprendizaje asimilador, abstraen, conceptualizan, observan de forma reflexiva, comprenden y crean modelos teóricos, no se ocupan demasiado en aplicar o practicar las teorías.

Por último, Kolb considera las personas con estilo de aprendizaje acomodador: aquellas que experimentan de manera concreta y activa, son las que hacen, elaboran, experimentan, ejecutan y practican el enfoque de ensayo y error.

Para robustecer la investigación sobre estilos de aprendizaje, Neil Fleming y Colleen Mills, crean el modelo VARK [7], el cual trabaja cuatro modalidades sensoriales: Visual, Auditiva, textual (lectura/escritura) y Kinestésica. De estos cuatro modos para procesar la información, hay algunos seres humanos que los utilizan todos, pero la gran mayoría tiene una modalidad más desarrollada; de esta forma, pueden mejorar su rendimiento y aprender más fácilmente, pues procesan la información de cualquier forma.

Otros autores han propuesto modelos que describen e identifican los estilos de aprendizaje, por ejemplo, en 1974,

Anthony Grasha y Sheryl Hruska Riechmann, [8] propusieron el modelo llamado *Grasha-Riechmann Student Learning Style Scales*, el cual identifica seis estilos: participativo, elusivo, competitivo, colaborativo, dependiente e independiente. Estos estilos fueron propuestos a partir de tres dimensiones: la actitud que tiene el estudiante respecto del aprendizaje, la perspectiva que posee un estudiante sobre el maestro y los compañeros, la reacción que tiene el individuo en el aula de clase respecto a los procedimientos didácticos.

El modelo de Programación Neurolingüística, es una representación empleada para mejorar el nivel de comunicación entre estudiantes y profesores, utilizando frases y actividades que involucren información visual, auditiva y táctil [9].

El modelo de Felder y Silverman, en Felder y Spurlin [10] se manifiesta porque dos razones específicas, querían estudiar los distintos estilos de aprendizaje en estudiantes de ingeniería y proporcionar a los educadores un método para enseñar que cobijara las necesidades de aprendizaje de sus discípulos. El modelo trabaja cuatro dimensiones del estilo de aprendizaje: las personas sensoriales e intuitivas (cómo perciben el mundo), las visuales y verbales (cómo se percibe la información), las activas y reflexivas (los procesos mentales complejos convierten la información en conocimiento) y por último las secuenciales y globales (personas que se sienten bien con el material que se les muestra, lo ordenan, dominan y aprenden) [11].

En el trabajo realizado por Peña, Marzo, De la Rosa y Fabregart [27], describe la construcción de un sistema multiagente -SMA- denominado Mas-Plang, que ubica al estudiante en un estilo de aprendizaje por medio del cuestionario ILS (el presente proyecto lo hace por medio del modelo VARK y el cuestionario elaborado para caracteriza a un individuo según la forma como aprende), también adoptaron el modelo de Felder y Silverman [28], para modelar el estudio y revisar cómo entiende la información, la recibe, percibe y procesa. De otra parte, los objetivos de los proyectos son distintos, en el Mas-Plang, se espera transformar el entorno educativo virtual de las unidades que soportan la docencia, por medio de un sistema hipermedia adaptativo, entre tanto, el presente proyecto, se encamina a proponer estrategias de aprendizaje, de acuerdo al diagnóstico que el mismo sistema realiza sobre la forma como asimila el individuo. La anterior es solo una de las diferencias entre los dos proyectos.

En la actualidad, los maestros se capacitan en su disciplina, y luego, algunos, utilizan las estrategias para cada uno de los diferentes estilos de aprendizaje dentro del aula, pues por lo común, usan su propio estilo para enseñar. Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), han contribuido en gran medida a la educación presencial y virtual, ofreciendo software y hardware, que combinado son capaces de apoyar la enseñanza aprendizaje de forma divertida en algunos casos, y que con los distintos métodos aplicados por los autores, exaltan los estilos de aprendizaje, pues día a día, estos toman mayor auge y se van posicionando en el lugar que les corresponde para educar a la juventud. Las TIC, han sido el mayor aliado en el cambio de métodos para la educación, pues por medio de ellas, se enriquece, complementa y transforma la educación; es el caso del empleo de la evaluación en línea, que se realiza dentro de los cursos ofrecidos *on line*, en los entornos de aprendizaje

virtuales o también llamados sistemas de aprendizaje en línea-*Virtual Learning Environments*.

Contribuciones que han entregado también, las redes sociales, por cuanto el individuo escoge qué, cómo y cuándo estudiar o ver un tema de interés. De otra parte, el incremento en el uso de los dispositivos electrónicos en todas las edades, los tableros digitales interactivos, las tabletas, los libros digitales, las aplicaciones educativas, las plataformas de enseñanza digital, las herramientas multimedia y por supuesto, el software específico para actividades online. Todas estas tecnologías han penetrado y cambiado la forma de vivir en la cotidianidad, sobre todo en la forma de educar, pues no se concibe hoy, un aula en la que no se utilicen las nuevas tecnologías para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Los modelos escogidos para ser analizados y escoger el que se aplicaría en el proyecto fueron los siguientes: el de Kolb [6], Dunn y Dunn [3], Modelo de la Programación Neurolingüística de Bandler y Grinder – PNL-VAK [29], modelo 4MAT de Bernice McCarthy [30], el Modelo de Neil Fleming y Collen Mills – VARK [7, 31] y el Modelo de Felder y Silverman [28],

Luego de hacer comparativos con los Modelos e instrumentos escogidos, se tomó la decisión de elegir el Modelo de Fleming y Mills denominado, VARK; debido a que da un valor agregado al tener como elemento principal la evaluación de la lectura/escritura, pues los seres humanos tienen habilidades primordiales, entre ellas, la lecto/escritura, que les permite concretar el lenguaje, volverlo accesible y definitivo; pero también, contribuye al desarrollo general del ser humano, específicamente en el pensamiento y el aprendizaje [7, 31].

Otro de los temas que cubre la investigación son las estrategias de aprendizaje, las cuales abordan la forma como aprende un individuo, para que aproveche al máximo sus capacidades y posibilidades de forma eficiente y constructiva, teniendo en cuenta también que el maestro deberá explorar sus propias aptitudes. Las estrategias de aprendizaje se consideraron como las compuestas por actividades, técnicas y medios, que el docente planificará de acuerdo a las necesidades de la población a la que se dirige, con la finalidad de hacer más efectivo el proceso de aprendizaje.

En este proyecto, las técnicas de aprendizaje se concibieron como las actividades estructuradas por el docente, para que los estudiantes construyan su propio conocimiento y la información sea significativa para ellos. Entre tanto, las estrategias se consideraron como las actividades planificadas y encaminadas a suplir necesidades de los alumnos. De las técnicas de aprendizaje utilizadas dentro del proyecto están: el resumen analítico, con el objeto que los estudiantes comprendan, aprendan contenidos y desarrollen habilidades de análisis y síntesis. Otra técnica utilizada es el crucigrama, los cuales permiten al estudiante organizar, construir y recuperar contenidos, esperando que ellos repasen, integren información y organicen el conocimiento, también se consideró el mapa conceptual, ya que permite que un individuo organice, asocie y estructure su conocimiento, llevándolo a que pueda elaborar ideas, se le facilite el aprendizaje significativo, relacione y represente contenidos, así como que construya significados.

Weinstein y Mayer indican que las estrategias de aprendizaje "pueden ser definidas como conductas y pensamientos que un aprendiz utiliza durante el aprendizaje con la intención de influir en su proceso de codificación" [12], mientras que Wittrock [13] y Dansereau [14], las consideran como aquellas secuencias de actividades elegidas para facilitar la apropiación, almacenamiento y uso de la información.

Para los autores, las estrategias de aprendizaje son acciones planeadas por el docente, que conducen al alumno a la construcción de su educación, al alcance de sus objetivos y a la guía en la consecución del aprendizaje de un individuo.

Son muchos los autores que se han ocupado de este tema, pero en definitiva, las estrategias de aprendizaje, han sido consideradas como las actitudes que el aprendiz desarrolla cuando está aprendiendo y que influyen en la codificación de la información de lo que esté aprendiendo; esto se traduce en que entre las actitudes, técnicas y medios planeados según las necesidades de los individuos en el aula, los objetivos que se han trazado, las áreas de conocimiento sobre las que se trabaja, todo se enfoca para hacer del proceso de aprendizaje el más efectivo y contundente.

Según Schunk [15] y referidas por Weinstein [16], las estrategias de aprendizaje orientadas a la educación se dividen en cinco tipos:

1. Las estrategias de ensayo, basadas en la repetición de contenidos escritos o discutidos para establecer el recuerdo. Ejemplos de esta estrategia: tomar apuntes, leer en voz alta, repetir en voz alta, subrayar, copiar textos, comúnmente como se dice, diciendo y escribiendo.
2. Estrategia de elaboración, se hacen conexiones entre lo nuevo y el conocimiento adquirido. Ejemplos de esta estrategia: responder preguntas, describir cómo relaciona la información nueva con la que ya conoce, responder preguntas, resumir.
3. Estrategias de organización, se agrupa información por facilidad, para su estudio, comprensión y recuerdo, se establecen jerarquías. Ejemplos de esta estrategia: hacer esquemas o cuadros sinópticos, subrayar, elaborar mapas conceptuales, redes semánticas, árboles ordenados jerárquicamente.
4. Estrategias de comprensión, el aprendiz es consciente de lo que quiere lograr, de las estrategias que se utilizan y el dominio logrado; cuando se desarrolla esta estrategia ha de existir un alto nivel de conciencia y control individual. Ejemplo: planificar, regular y evaluar, descomponer una tarea en pasos secuenciales, escoger conocimientos previos, formular preguntas sobre esos conocimientos, indagar por estrategias nuevas cuando no funcionan las conocidas, innovar, crear.
5. Estrategias de apoyo, que permiten el progreso al aplicar las estrategias de aprendizaje, establecen motivación, enfocan la atención y concentración, se maneja el tiempo, se revisan los entornos de estudio para ver qué funciona y qué no.
6. Estrategias de planificación, con ella, los aprendices dirigen y controlan su conducta. Ejemplo: establecer objetivos y metas de aprendizaje, dividir las tareas en pasos sucesivos, planear para ejecutar, prever el tiempo para hacer una tarea,

incluyendo recursos y esfuerzo, seleccionar la estrategia adecuada a seguir.

7. Estrategia de evaluación, verifican el proceso de aprendizaje, se realiza durante y al final de un proceso. Ejemplo: tener presente cuándo terminar un proceso, cuándo pausar el proceso, registrar la duración de las pausas, evaluar la calidad del resultado, revisar si se han logrado o no los objetivos, revisar cada paso que se da.

## 2.2. Agentes inteligentes

En 1999, Weinstein define un agente inteligente “*como una entidad software que, basándose en su propio conocimiento, realiza un conjunto de operaciones destinadas a satisfacer las necesidades de un usuario o de otro programa, bien por iniciativa propia o porque alguno de estos se lo requiere.*” [17].

De otra parte, la definición que Vargas e Hipola hacen de un agente inteligente es, como “*cualquier cosa que puede ser vista como algo que percibe su ambiente a través de sensores y actúa sobre su ambiente a través de efectores*” [18]. Los agentes inteligentes actúan de forma independiente y se concentran en tener propósitos, es decir, tareas y objetivos que los hacen actuar autónomamente durante cierto tiempo. Los agentes deben tener una serie de habilidades como la autonomía, para operar sin intervención de los humanos, esto quiere decir que controlan sus acciones y su estado interno. De otra parte, deben ser sociables, lo que hace que tengan relaciones con otros agentes o con humanos. Los agentes son reactivos, es decir, que pueden percibir su ambiente, el cual se refiere a interfaces gráficas, a otros agentes, a la web y al mundo físico, y ellos pueden responder a esos estímulos. Deben ser proactivos, lo que los hace tomar sus propias decisiones e iniciativas, en el momento que consideren propicio.

La educación se ha considerado como la piedra angular sobre la cual se edifica la sociedad, y la Inteligencia Artificial a través de sus áreas, ha penetrado con fuerza en educación, a través del desarrollo de proyectos utilizando los Sistemas Tutores Inteligentes - *Systems Intelligent Tutors* (ITS) o las aplicaciones que se llaman compañeros de aprendizaje - *Learning Companion System* (LCS). Los ITS, son aplicaciones inteligentes que simulan a un profesor tutor, el cual es experto en un área específica y se adapta a las necesidades del estudiante guiado. De otra parte, los LCS, a diferencia de los ITS, no son expertos en un tema en particular, ellos pueden cometer errores y actúan como lo haría un compañero de estudio. Los dos tipos de sistemas inteligentes, aprenden de sus experiencias con los estudiantes y están en capacidad de representar la información a través de video, voz, gráficos, etc.

A partir de los estudios sobre el conocimiento conversacional humano que realizó Russel y Norving [19], se han construido agentes inteligentes con voz, que permiten tener un mejor contacto con los aprendices, es así que Castells, expone que existen sistemas capaces de animar a los niños para que desarrollen sus ideas, cuenten sus historias y tengan capacidad para representar pensamientos de forma simbólica y compartirlo con otros [20]. El sistema *StoryTelling* apoya a los niños para que trabajen de forma colaborativa, con el objeto de que aprendan o desarrollen habilidades del lenguaje. A su vez,

[20], afirma que se desarrolló un agente como si fuese un niño más de un grupo preescolar, el cual les ayuda a desarrollar su mente, para que tengan capacidades mentales para hacer narrativas en el proceso de aprendizaje. A este niño virtual, lo denominaron SAM, catalogado como un agente pedagógico animado, el cual permite que los estudiantes aprendan y practiquen habilidades en un mundo virtual; la comunicación entre el agente y los niños se hace por medio de diálogos simulados como los de un tutor o compañero de clase [21].

Cuando los niños interactúan con sistemas que trabajan agentes inteligentes, pueden preguntar, dialogar, reconstruir y redefinir su actuar; dependiendo del estudiante, el agente se puede adaptar a circunstancias diversas, pero si comete un error, el agente está en capacidad para que el niño corrija y aprenda del error; si se trata de un proceso de aprendizaje, el alumno puede preguntar sobre el proceso en el que va y qué le hace falta. Existen otros agentes según lo afirma [20], que controlan emociones, apoyan el trabajo colaborativo, interactúan pedagógicamente y se pueden adaptar fácilmente.

En España se desarrolló un proyecto denominado *Teaching Tutoring Intelligent Agents to customise lifelong learning pathways in microfinance*, que consiste en una herramienta creada para evaluar a un estudiante y está desarrollada por medio de agentes inteligentes. Este proyecto es financiado por la Comisión Europea y está involucrada la Universidad Julio Marconi de Roma, la UNED y dos empresas de micro finanzas de Polonia y Francia. El sistema se diseñó con el propósito de promover el conocimiento y las habilidades en micro finanzas que opera en Europa: El modelo didáctico construido está basado en la integración de Inteligencia Artificial con un curso de aprendizaje mixto, el cual se encuentra en idiomas francés, inglés, italiano y polaco [22].

También se han desarrollado sistemas de enseñanza inteligentes distribuidos a través de la red, unos llamados Sistemas de Enseñanza Adaptativos - SEA y otros, Sistemas Hipermedias Adaptativos - HA. Estos gestionan el acceso a la información personalizada en hiperespacios amplios como la Web. Es el caso del Sistema de Enseñanza Inteligente vía www, denominado ELM\_ART. Los sistemas de Enseñanza Adaptativos - SEA, prestan un soporte colaborativo y adaptativo, de tal manera que se utilice el conocimiento del sistema sobre los diversos usuarios, con el fin de formar grupos de aprendizaje colaborativo [23].

Algunas líneas de investigación en las que se pueden trabajar pueden ser: la de Meta Teorías del conocimiento experto, de razonamiento causal y simulación cualitativa, Sistemas de autor para STI, nuevas arquitecturas basadas en agentes, modelado del alumno y diagnóstico cognitivo, sistemas de aprendizaje colaborativo, sistemas de enseñanza basados en Internet, estándares de objetos de aprendizaje y modelos de referencia, sistemas basados en dialogo y lenguaje natural, agentes pedagógicos inteligentes. Son muchas las aristas que se pueden explotar por medio de la Inteligencia Artificial y todas sus áreas, entre ellas la de los agentes inteligentes.

Son numerosos los investigadores que han desarrollado proyectos en los diversos campos, en los cuales se unen pedagogos, psicólogos, expertos en ciencias cognitivas, en

Inteligencia Artificial, multimedia e informática en general, los cuales trabajan dando su visión y entregando sus conocimientos para el bien de la humanidad [24]. El presente proyecto, es innovador por varias razones: se hace una medición electrónica en línea por medio del método VARK para que, luego de la identificación de la modalidad de aprendizaje dominante del individuo, se asigne las estrategias adecuadas de acuerdo al resultado, para ello, el agente inteligente selecciona la información adecuada, con el objeto de que el estudiante preste atención en función de su interés y forma de aprender. De otra parte, el sistema informa al docente encargado de un grupo por medio de un reporte, sobre el estilo en que aprende cada uno de sus alumnos, de acuerdo al resultado de la encuesta. Pero lo mejor, es que el sistema aplica la estrategia conveniente a cada estudiante de un curso, por lo que cada uno de los que se encuentre en el aula, puede estar trabajando el mismo tema, pero con la estrategia de aprendizaje adecuada a su estilo de aprendizaje.

Se aclara que algunos seres humanos muestran preferencia por alguna modalidad de aprendizaje en especial, pero esto no quiere decir que no haya personas que son multimodales, las cuales procesan la información de varias maneras, esto hace que a ellos se les facilite el aprendizaje y posiblemente, tengan mejores resultados. Pero tampoco es el propósito de este proyecto encausar a una persona solo por un modelo de representación, pues una persona puede desarrollar otros estilos de aprendizaje a través del tiempo [25,26].

### 3. Desarrollo del sistema

Para llevar a cabo el proyecto, se escogió la metodología de investigación para ser aplicada como fue la descriptiva, porque se necesitaba conocer cuál era el estilo de aprendizaje predominante de los estudiantes de un curso en particular, de esta forma, luego de identificar el estilo, el sistema asignó la estrategia pedagógica correspondiente en ese momento, se mezcló con la investigación aplicada, pues el producto de la investigación, se tradujo en un sistema inteligente que, luego de conocer el estilo y asignar la estrategia correspondiente a cada alumno, el profesor pueda conducir su clase con el grupo, el cual de manera individual trabaja el mismo tema, pero con estrategia diferente, pues el sistema controlaba de manera inteligente cada paso del aprendizaje de cada uno de los estudiantes del curso.

Para ordenar el desarrollo del proyecto, se siguieron las siguientes etapas o fases:

1. Fase de preparación: se realizaron todos los preliminares del proyecto, se definieron pasos, métodos, arquitectura, software a utilizar, metodología de investigación; se precisó el alcance del proyecto, se realizó la recuperación de información y se decidió el tipo de sistema inteligente a desarrollar.
2. Fase de especificación: se analizó la información recolectada, se procedió al montaje de la arquitectura, se establecieron responsabilidades y recursos, se escogió la metodología para desarrollar el sistema inteligente (se trabajó con la metodología Prometheus, propia para este tipo

de sistemas), calendario a cumplir y el seguimiento del proyecto.

3. Fase de ejecución: cada miembro del equipo se responsabilizó de la tarea asignada, se reajustaron varias tareas, se desarrolló el sistema inteligente, se realizaron los instrumentos para ser programados, se realizaron los prototipos y las pruebas necesarias al software para ver su aplicabilidad.
4. Fase de cierre: se revisó si cada una de las tareas fue cumplida y se puso en marcha el proyecto.

### 4. Resultados y análisis

El Sistema Inteligente a través de agentes inteligentes de software, almacenaron el estilo predominante de cada estudiante, dependiendo del resultado de la encuesta; de acuerdo a ello, cuando el alumno empieza el curso, solo se le presentará información de acuerdo a su estilo, esto es, si es visual, el sistema le presentará las estrategias de aprendizaje visuales, como por ejemplo, mapas conceptuales, videos, presentaciones, ilustraciones, fotografías, cuadros sinópticos, diagramas.

Si el discente es auditivo, la información se presentará al discente en forma de lecturas guiadas, discusiones a través de cuestionarios, seguimiento de instrucciones verbales previamente. Por el contrario, si se trata de un estudiante lector-escritor, se le presenta la estrategia para que programe líneas de código en determinado tiempo, se le solicita la escritura de resúmenes sobre cómo desarrolla un problema por medio de ciertas instrucciones de código. Por último, si el estudiante es kinestésico, se le proponen problemas de cierta complejidad para que los desarrolle a través de código, se le muestra un dibujo, para que por medio de código lo pinte.

El Sistema Inteligente tiene tres actores que manipulan el Proyecto: el estudiante, el profesor y el administrador. El administrador es quien dirige los recursos del sistema, se encarga de tenerlo a punto de acuerdo a las necesidades y controla y gestiona cada uno de los roles. El profesor, es la persona que crea los cursos, los administra y sube el material adecuado para cada uno de los estilos de aprendizaje; deberá subir el material para el mismo tema de cada uno de los cuatro estilos de acuerdo a VARK (Visual, Auditivo, Read/Write, Kinestésico). Entre tanto, el alumno, es la persona que realiza actividades sobre el sistema inteligente (Figs. 1-2, 4-5, 6, 8-9); quien realiza cada una de las actividades según la unidad en donde se encuentre; dependiendo de ella, el estudiante podrá repetir la actividad que desee, tantas veces como no lo logre. Si por algún caso, el estudiante no logra cumplir el objetivo y el sistema ha terminado con el material asignado por el docente, el Sistema Inteligente a través de un agente, localiza, accede, copia y actualiza información de acuerdo al estilo de aprendizaje del discente. Una vez tiene la información, el agente la deposita en un directorio que crea sobre el escritorio de la máquina.



Figura 1. El estudiante realiza la encuesta.  
Fuente: Los autores

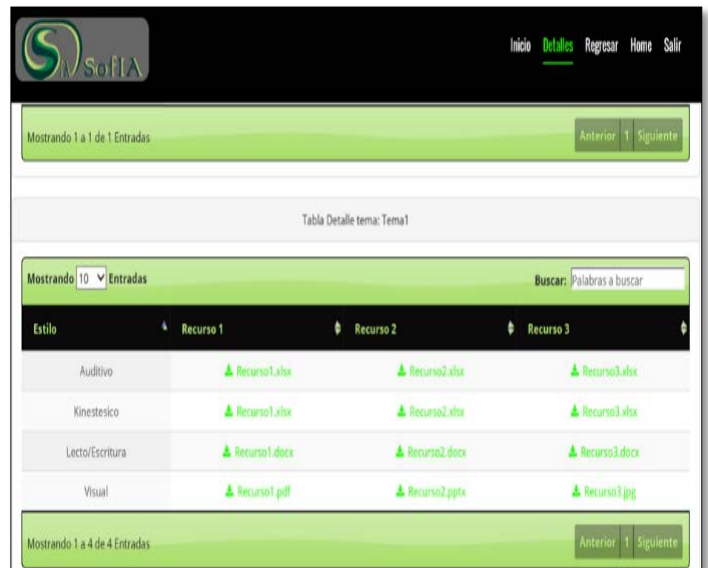


Figura 4. Recursos para el estudiante según su estilo de aprendizaje  
Fuente: Los autores



Figura 2. El sistema responde al estudiante sobre su estilo de aprendizaje.  
Fuente: Los autores



Figura 5. Cursos disponibles para que el estudiante se inscriba  
Fuente: Los autores



Figura 3. El administrador puede gestionar el contenido de la página  
Fuente: Los autores

De otra parte, el administrador tiene a su cargo la gestión del Sistema (Fig. 3), él maneja la aplicación, en lo que refiere a creación, administradores, profesores y puede borrar cursos, estudiantes, etc.

En las siguientes figuras, el estudiante puede observar los recursos disponibles, dependiendo de su estilo de aprendizaje (Figs. 4 - 5), así como los cursos en los cuales se puede inscribir. Para ello, toma el código que genere el Sistema automáticamente y ese será el que digita para ingresar.

En el evento de que el estudiante realice una de las pruebas y no alcance el objetivo, el Sistema le indica la nota y no le activa el siguiente tema hasta que supere la prueba. De esta manera, el estudiante podrá realizar su aprendizaje de acuerdo a su tiempo y a sus posibilidades. (Fig. 6).





Figura 6. El estudiante hace su examen y lo reprueba  
Fuente: Los autores



Figura 8. El estudiante puede inscribirse en algunos de los cursos activos  
Fuente: Los autores

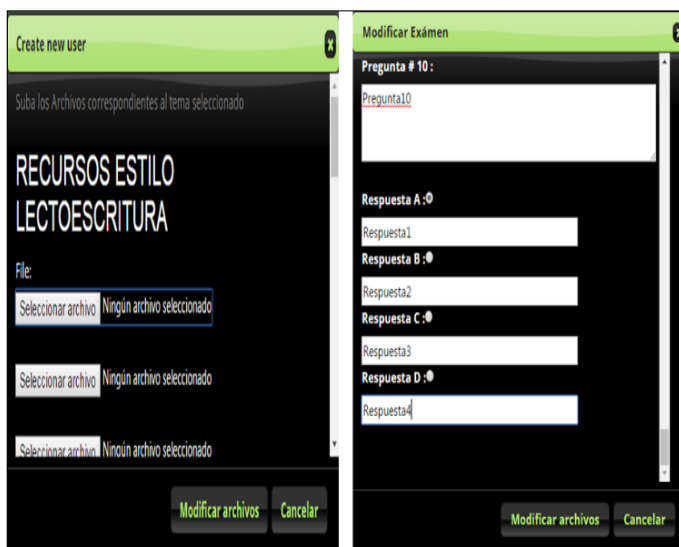


Figura 7. El profesor carga el material y las preguntas para la evaluación del estudiante, según el estilo de aprendizaje  
Fuente: Los autores



Figura 9. El estudiante puede ver los inscritos en el curso con su mismo estilo de aprendizaje  
Fuente: Los autores

En la Fig. 7, se observa cuando el maestro carga el material y las preguntas para que el estudiante presente las evaluaciones; a su vez, podrán modificarlas y realizar actividades sobre ellas, como cambiarlas, renovarlas, borrarlas y agregar recursos según el estilo de aprendizaje.

Cuando un estudiante quiera ingresar a un curso en especial, podrá hacerlo por medio de la llave de inscripción (Fig. 8), de esta manera, el sistema solo le mostrará material y documentos que tienen que ver con su estilo de aprendizaje.

En la Fig. 9, el estudiante puede revisar cuántos estudiantes existen dentro del curso que tienen el mismo estilo de aprendizaje que él.

El Sistema Inteligente realizó una serie de encuestas en ocho (8) cursos distintos, con un total de 152 estudiantes, de los cuales el 29% fueron auditivos, 36% los visuales, el 23% kinestésicos y el 12% lecto/escritores. La importancia de estos resultados radica en que son la base para que el Sistema inteligente canalice la estrategia correspondiente para cada alumno, dependiendo del estilo de aprendizaje.

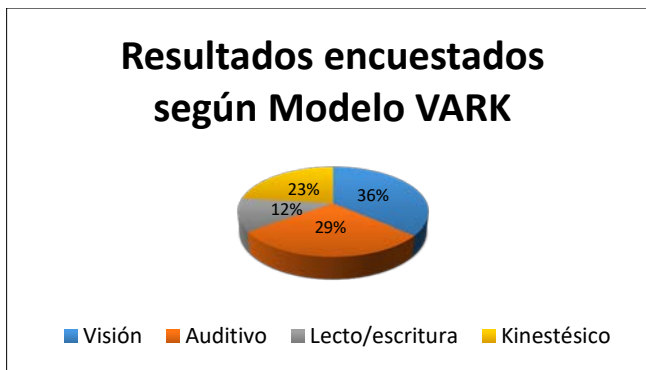


Figura 10. Resultados encuestados en ocho (8) cursos para establecer los estilos de aprendizaje  
Fuente: Los autores

El Sistema en este momento se está alimentando con las estrategias didácticas adecuadas para cada uno de los estilos de aprendizaje, teniendo en cuenta que solo se propuso el curso de Estructuras básicas, sobre el cual se diseñaron todos los temas que lo componen con las mismas características, es decir, si se trata de una estrategia para un estudiante visual, se realizó también para estudiantes auditivos, kinestésicos y lecto/escritores. Al igual que las preguntas, fueron elaboradas para cada uno de los temas y para cada uno de los estilos de aprendizaje.

## 5. Conclusiones

El método VARK utilizado para clasificar a los estudiantes según su estilo de aprendizaje, fue el que mejor se acondicionó para el proyecto, debido a que los seres humanos no solo aprenden de forma auditiva, visual o kinestésica, sino que también lo hacen por medio de la lecto/escritura, por ello, se tomó como uno de los más completos.

Se construyó un sistema inteligente que realiza las encuestas para ubicar a los estudiantes de una misma clase en uno de los estilos de aprendizaje que propone el método VARK. Una vez, detectado su estilo, el sistema le proporciona los recursos adecuados para el aprendizaje de la materia y el tema que le ocupe en ese momento, dándole la posibilidad de superar su aprendizaje siempre a la medida.

Se diseñaron las estrategias adecuadas para cada uno de los estilos de aprendizaje, teniendo como resultado que estas serán retomadas por los estudiantes dependiendo de su forma de asimilar, de esta manera, el alumno aprovechará mejor su forma predominante para aprender, solo se hará referencia a un ejemplo: para el estudiante kinestésico, se tuvieron en cuenta criterios como que a la persona que aprende esta forma, le gusta hacer las cosas con sus manos y utilizar los sentidos para desarrollar las tareas, también, le gusta realizar actividades prácticas, como por ejemplo los laboratorios o talleres, propuesta que fue especialmente escogida para este tipo de individuo, pues se propusieron problemas con cierto grado de complejidad para que sean desarrollados por medio de instrucciones de código y ejecute esta actividad en un lapso de tiempo adecuado, entre tanto, el sistema le irá indicando el tiempo consumido y el restante. De otra parte, se escogió una actividad que hace centrar los ojos del estudiante en imágenes, las cuales pasará a código, con los colores y trazos mostrados, en este tipo de estrategia, también se trabaja con medidas de tiempo.

El sistema inteligente le presenta al profesor, un informe completo sobre los nombres de cada uno de los estudiantes sobre el estilo de aprendizaje predominante y el avance que va teniendo cada alumno.

El sistema permite que todo un curso trabaje el mismo tema, pero cada individuo lo hará con su estilo de aprendizaje predominante y con las estrategias asignadas por el Sistema, lo que hace que el alumno aproveche mejor el material presentado.

Cuando el Sistema inteligente asume que el discente no ha captado adecuadamente el tema que está trabajando por no haber superado las preguntas de un cuestionario y además se acaba la información dentro del repositorio interno, el agente

inteligente, llamado "*bot web*", visita las páginas de cierto dominio, de los cuales identifica los enlaces que este tiene e inicia el recorrido por cada uno de ellos, buscando nuevos enlaces con el objeto de visitar todas las páginas de ese dominio. A medida que va encontrando páginas con el tema que busca, las va almacenando y trae el documento que interesa. Una vez el agente ingresa al computador del estudiante, crea una carpeta en el escritorio con el nombre de "Nuevos-Documentos" y deposita allí el documento para que el estudiante lo estudie y analice. Entre tanto, el documento encontrado y la dirección electrónica de donde copió el escrito, los almacena en la base de datos, con el fin de no volver a recorrer ese mismo camino.

## Referencias

- [1] Freire, P. *Pedagogía del Oprimido*. 25ª ed., 1ª ed., 1970, Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1998.
- [2] Gardner, H. *Arte, mente y cerebro*. Barcelona: Paidós, 1997.
- [3] Dunn, R., Dunn, K. and Price, G.E., Identifying individual learning styles. In: National Association of Secondary School Principals (US). *Student learning styles: diagnosing and prescribing programs*. Reston, Virginia: Natl Assn of Secondary School, 1979, pp. 39-54.
- [4] Ramírez-Espejo, P., Una maestra especial: María Montessori. *Revista Digital Innovación y Experiencia Educativa*. [En línea]. No. 14, 2009. Disponible en: [http://www.csisif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_14/PILAR\\_RAMIREZ\\_2.pdf](http://www.csisif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_14/PILAR_RAMIREZ_2.pdf)
- [5] Bloom, B.S., *Taxonomy of educational objectives: The Classification of Educational goals, Handbook I, Cognitive Domain*. Nueva York, Toronto: Longmans, Green. [online]. Available at: [http://www.aulatres.net/1/curs\\_wq/pagines\\_secundaries/taxonomia\\_bloom.htm](http://www.aulatres.net/1/curs_wq/pagines_secundaries/taxonomia_bloom.htm) 1956
- [6] Kolb, D.A., Rubin, I.M. y McIntyre, J.M., *Psicología de las organizaciones. Problemas contemporáneos*. Prentice/Hall International. Madrid, 1976.
- [7] Aparicio, M.M., *Modelo Vark*. Facultad de Maestrías y Estudios de Postgrado, Universidad Tecnológica, 2014, pp. 12-20.
- [8] Rollins, M., *Learning style diagnostics: the Grasha-Riechmann student learning styles Scale*. 2015. [online]. Available at: <https://elearningindustry.com/learning-style-diagnostics-grasha-riechmann-student-learning-styles-scale>
- [9] Pérez-Jiménez J., *Programación neurolingüística y sus estilos de aprendizaje*. [En línea]. 2001. Disponible en: <http://www.aldeaeducativa.com/aldea/tareas2.asp?which=1683>
- [10] Felder, R.M. y Spurlin, J., *Aplicaciones, confiabilidad y validez del índice de estilos*. [En línea]. 2015. Disponible en: [http://www.icels-educators-for-learning.ca/index.php?option=com\\_content&view=article&id=47&Itemid=64](http://www.icels-educators-for-learning.ca/index.php?option=com_content&view=article&id=47&Itemid=64).
- [11] Felder, R.M. and Henriques, E.R., *Learning and teaching styles in foreign and second language education*. [online]. Available at: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/FLAnals.pdf>
- [12] Weinstein, C.E. and Mayer, R.E., *The teaching of learning strategies*. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching*, New York: McMillan, 1986.
- [13] Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching*. New York: McMillan, 1986, 315 P.
- [14] Dansereau, D.F., *Learning strategy research*. In: Segal, J.V., Chipman, S.F. and Glaser, R. (Eds.), *Thinking and learning skills. Vol 1: Relating instruction to research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1985.
- [15] Schunk, D.H., *Learning theories. An educational perspective*. Six Ed. The University of North Carolina at Greensboro, Pearson, New York, 2012.
- [16] Weinstein, C.E. and Mayer, R.E., *The teaching of learning strategies*. In Wittrock, M.C. (Ed.). *Handbook of research on teaching*, New York, McMillan, 1986.



- [17] Weinstein, C.E. and Underwood, V.L., Learning strategies. The how of learning. In Segal, J.V., Chiprinan, S.F. and Glaser, R. (Eds.). Thinking and learning skills. Vol. 1 Hallsdale, NJ: Eribaum, 1985, 30 P.
- [18] Vargas, Q.B. y Hipola, P., Agentes Inteligentes: definición y tipología. Los agentes de información. El Profesional de la Información, 8(4), pp. 13-21, 1999.
- [19] Russel y Norving. Inteligencia artificial. Un enfoque moderno. 2da. Edición. Prentice Hall, 2009.
- [20] Castells, M., Lección inaugural del programa de doctorado sobre la sociedad de la información y del conocimiento. Documento presentado en Inauguración doctorado sociedad de la Información, Barcelona: Editorial UOC. [En línea]. Disponible en: <http://www.uoc.edu/portal/es/>
- [21] Valle, A., González, C., Ramón, C.G., Lino, M. y Fernández-Suárez, A.P., Las estrategias de aprendizaje: características básicas y su relevancia en el contexto escolar. Revista de Psicodidáctica. [en línea]. 1998, [Fecha de consulta: 21 de enero de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17514484006>
- [22] Johnson, W.L, Rickel J.W. and Lester, J.C., Animated pedagogical agents: faceto-face interaction in interactive learning environments. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 11(2000), pp. 47-78, [En línea]. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.7.7812&rep=rep1&type=pdf>
- [23] Murias, T.F., Desarrollo de la evaluación apoyada en agentes inteligentes: el caso del proyecto Teaching tutoring intelligent agents to customise life long learning path ways in microfinance sector. Universidad Nacional de Educación a Distancia, España, pp. 688-699, 2014.
- [24] Clancey, W., Knowledge-based tutoring: the GUIDON Program. Cambridge, MA: MIT Press. 1987.
- [25] Anderson J., Corbert A., Koedinger K. and Pelletier R., Cognitive tutors: lessons learned. The Journal of the Learning Sciences, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.(eds), 4(2), pp. 167-207, 2002.
- [26] Alonso, C.M., Gallego, D.J. y Honey, P. Recursos e instrumentos psicológicos. Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora. Cuarta edición, Universidad de Deusto, Ediciones Mensajero, España, 2013.
- [27] Peña, C.I. et al., Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje. Revista UIS Ingenierías, 1(2), pp. 17-29, 2002. [En línea]. Disponible en: <http://vie.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/2508>.
- [28] Felder, M.F. and Silverman, L., Learning and teaching styles in engineering education, Ingenieering Education Journal, 78(7), pp.674-681, [En línea]. Disponible en: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31039406/LS-1988.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1519573150&Signature=UiYe%2FK6lpPKIPn7mveyZtrVOXFA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DLearning\\_and\\_teaching\\_styles\\_in\\_engineer.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31039406/LS-1988.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1519573150&Signature=UiYe%2FK6lpPKIPn7mveyZtrVOXFA%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DLearning_and_teaching_styles_in_engineer.pdf)
- [29] Cazau, P., Estilos de aprendizaje. Compilación de Estrada-Tizcareño, L. I. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/237000756/Estilos-de-Aprendizaje-generalidades-Pablo-Cazau>
- [30] Bernice, M., Modelo 4MAT: 8 pasos para planificar una enseñanza más dinámica y atractiva. Learning. About Learning, Inc. [En línea]. Disponible en: [http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/present\\_berniceccarthy.pdf](http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/present_berniceccarthy.pdf)
- [31] Fleming, N.D., Teaching and learning styles: VARK strategies, Editorial Christchurch, Nueva Zelanda, 2001.
- L.N. Medina-Velandia**, es candidata a Dr. en Ingeniería Informática de la Universidad de Salamanca – España. Diplomado en Estudios Avanzados – DEA, 2010, de la misma universidad. Candidata a Dr. en Proyectos TIC, de la Universidad Internacional Iberoamericana – Ciudad de México - México. MSc. en Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia, 2001, Esp. en Pedagogía de la Universidad Pedagógica Nacional, 2005, Bogotá-Colombia, Ing. de Sistemas de la Universidad Piloto de Colombia, 1994, Bogotá-Colombia. Consultora en empresa privada 1995-2012, Bogotá-Colombia. Docente universitaria por más de 19 años y docente investigadora en temas relacionados con ingeniería de software, inteligencia artificial, tecnología de punta y su incidencia en la educación y la sociedad, al igual que en temas relacionados con la propia ingeniería de sistemas 2003-2018. Directora de proyectos orientados al desarrollo de aplicaciones en diferentes lenguajes, directora de grupos de trabajo en análisis y diseño 2005-2018. Líder de semilleros de investigación-2002-2018. Líder de investigación Fundación Universitaria los Libertadores, 2014-2016. ORCID: 0000-0002-2871-4991
- L.A. Plazas-Gómez**, es MSc. en Educación de la Universidad Cooperativa de Colombia, 2012 sede Bogotá. Esp. en Ingeniería de Software de la Universidad INCCA de Colombia, 2005. Esp. en Docencia Universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia, 2009. Ing. de Sistemas de la Universidad INCCA de Colombia, 1995. Docente universitario por más de 17 años en las Universidades: Fundación CIDCA-1996-2002, Fundación INPAHU-2004-2013, Corporación Unificada Nacional de Educación Superior – CUN-2004 y Fundación Universitaria Los Libertadores-2012-2018. Docente investigador de la Fundación Universitaria Los Libertadores-2014-2018, líder de semilleros, 2015-2015. ORCID: 0000-0002-3420-5093