

# Diseño y desarrollo de un módulo del estudiante de un sistema tutor inteligente, mediante la detección del estado de conocimiento y estilo de aprendizaje basado en redes bayesianas

**RESUMEN:** En este artículo, se plasma el trabajo interdisciplinario de la Maestría en Sistemas Computacionales con apoyo del CONA-CyT, impartida en el Instituto Tecnológico de Acapulco. El artículo tiene por meta presentar el diseño del módulo de la herramienta de un sistema tutor inteligente para la detección de estilos de aprendizaje mediante la utilización de Redes Bayesianas, que dará pauta al posterior desarrollo y codificación del módulo de dicha herramienta, la cual está enfocada a la asignatura de Investigación de Operaciones de los alumnos de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco. Se busca obtener como resultado la correcta clasificación de una muestra de 30 estudiantes, en los diferentes tipos de aprendizaje, para posteriormente la academia encargada de impartir esta asignatura pueda implementar estrategias al temario de dicha asignatura y disminuir el índice de reprobación de la misma, debido a que actualmente esta y otras asignaturas han presentado un índice de reprobación del 40% en semestres anteriores a este.

**PALABRAS CLAVE:** Investigación de Operaciones, Sistema Tutor Inteligente, Estado de Conocimiento, Estilos de Aprendizaje.



## Colaboración

Sayuri Vianney De la cruz Ramos; Miriam Martínez Arroyo; José Antonio Montero Valverde; Eloy Cadená Mendoza, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco

**ABSTRACT:** In this article, the interdisciplinary work of the Master in Computational Systems with support from CONA-CyT, taught at the Instituto Tecnológico de Acapulco, is reflected. The article aims to present the design of the tool module of an intelligent tutoring system for the detection of learning styles through the use of Bayesian Networks, which will guide the subsequent development and coding of the module of said tool, which is focused to the subject of Numerical Methods of the students of the Bachelor of Engineering in Computer Systems of the Technological Institute of Acapulco. It is sought to obtain as a result the correct classification of a sample of 30 students, in the different types of learning, so that later the academy in charge of teaching this subject may be able to implement strategies to the agenda of said subject and reduce the rate of failure of it, due to the fact that currently and other subjects have presented a 40% failure rate in semesters prior to this.

**KEYWORDS:** Operations research, Intelligent Tutor System, State of Knowledge, Learning Styles.

## INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Tutores Inteligentes, son programas de computadora cuya tarea principal es sistematizar el conocimiento pedagógico e incluso modelan los estados psicológicos, nivel de conocimiento, características, gustos y preferencias de los estudiantes para proporcionarles instrucción individualizada.

Los sistemas tutores inteligentes son programas de computadora cuya tarea principal es sistematizar el conocimiento pedagógico. Según la definición de Van Lehn, un sistema inteligente "es un sistema de software que utiliza sistemas inteligentes para asistir al estudiante que requiere de un tutorizado uno a

uno y lo guía en su aprendizaje, adicionalmente posee una representación del conocimiento y una interfaz que permite la interacción con los estudiantes para que puedan acceder al mismo” [1].

Una red bayesiana, red de Bayes, red de creencia, modelo bayesiano o modelo probabilístico en un gráfico acíclico dirigido es un modelo gráfico probabilístico (un tipo de modelo estático) que representa un conjunto de variables aleatorias y sus dependencias condicionales a través de un gráfico acíclico dirigido (DAG por sus siglas en inglés).

Por ejemplo, una red bayesiana puede representar las relaciones probabilísticas entre enfermedades y síntomas. Dados los síntomas, la red puede ser usada para computar las probabilidades de la presencia de varias enfermedades. [2].

En el presente trabajo se muestra un entorno virtual, donde los estudiantes adquieren las herramientas necesarias para incrementar y mejorar su aprovechamiento escolar en la materia de Investigación de Operaciones.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

La metodología utilizada en este trabajo es SCRUM la cual se muestra en el siguiente esquema de la figura 1. SCRUM. Es una metodología para gestionar el desarrollo de software, cuyo principal objetivo es maximizar el retorno de la inversión para su empresa (ROI). Se basa en construir primero la funcionalidad de mayor valor para el cliente y en los principios de inspección continua, adaptación, auto-gestión e innovación.

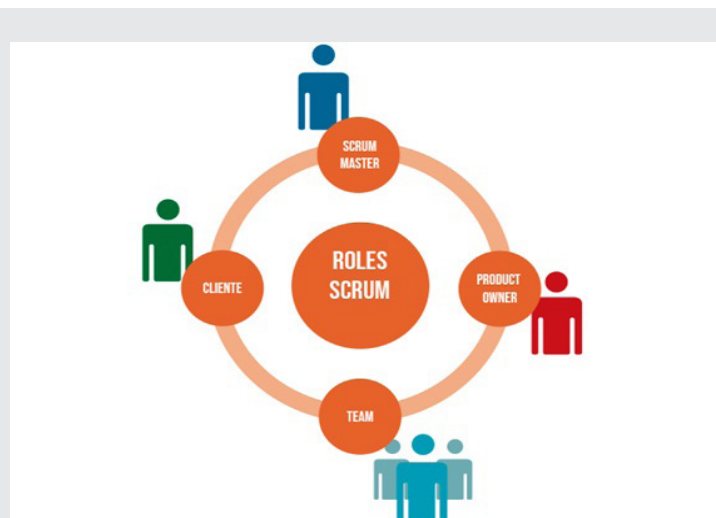


Figura 1. Diagrama de SCRUM

**Modelado de Negocios**

El Modelo de Negocios es un mecanismo por el cual un negocio busca generar ingresos y beneficios. Que planifica servir a sus clientes, esto implica el concepto de estrategia como el de la implementación.

Este describe los procesos que realiza el Software. La descripción de los procesos del modelado de negocios se enlista de la siguiente manera:

- Diagnosticar los Estilos de aprendizaje: Se evalúa al estudiante a través de un Test, conformado por una serie de preguntas que detectan el Estilo de aprendizaje.
- Mostrar el Estilo de aprendizaje obtenido: Se muestra el Estilo de aprendizaje obtenido como resultado del Test.
- Avanzar hacia el segundo Test (Perfil Psicosociológico): Una vez detectado el Estilo de aprendizaje y obtenido el resultado, se avanza al siguiente Test que es el del Perfil Psicosociológico.
- Evaluar el Perfil Psicosociológico y obtener el resultado: Se realiza el Test y se obtiene el resultado de alguna de las Inteligencias Múltiples.
- Realizar el último Test (Estado de Conocimiento): Se detecta el Estado de conocimiento previo que el estudiante tiene con respecto a la materia y se obtiene el Nivel diagnosticado.

**Estilos de Aprendizaje**

Los Estilos de aprendizaje permiten presentar un conocimiento o información a los estudiantes, adaptado a sus gustos y preferencias, es decir; enfocado al método o estrategia de aprendizaje que se le facilita más a cada persona.

Para el presente proyecto, en primer lugar, se detectan los Estilos de aprendizaje a través de un Examen de diagnóstico basado en el Modelo de aprendizaje de VAK (Bandler y Grinder), tal como se muestra en la Tabla 1. El test consta de una serie de preguntas que proporcionan información al final para saber si la persona es Visual, Auditiva o Kinestésica.

Tabla 1. Modelo de estilos de aprendizaje VAK (Visual-Auditivo-Kinestésico).

SISTEMA	CARACTERÍSTICAS
Visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizado.</li> <li>• Ordenado.</li> <li>• Observador.</li> <li>• Aprende lo que ve.</li> </ul>
Auditivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprende mejor cuando recibe explicaciones oralmente y cuando puede hablar y explicar esa información a otra persona.</li> </ul>
Kinestésico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprende lo que experimenta directamente, aquello que involucra movimiento.</li> </ul>

La Red Bayesiana que define los Estilos de aprendizaje, se representa de la siguiente manera figura 2.

**Estado de Conocimiento**

La que se muestra en la figura 3 es la RB que determina el Estado de conocimiento. Este se define por la cantidad de aciertos obtenidos en el Test que está conformado por preguntas relacionadas a la materia de Investigación de Operaciones. Los niveles de

conocimiento serán: Nivel Principiante, Nivel Medio y Nivel Avanzado.

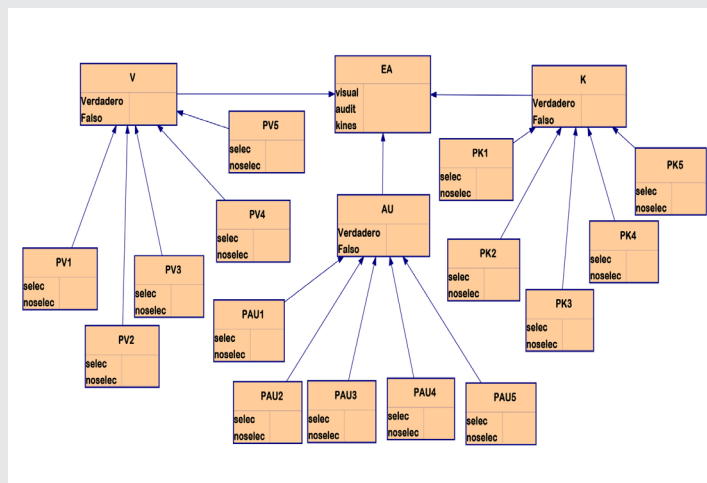


Figura 2. Red Bayesiana de los Estilos de Aprendizaje.

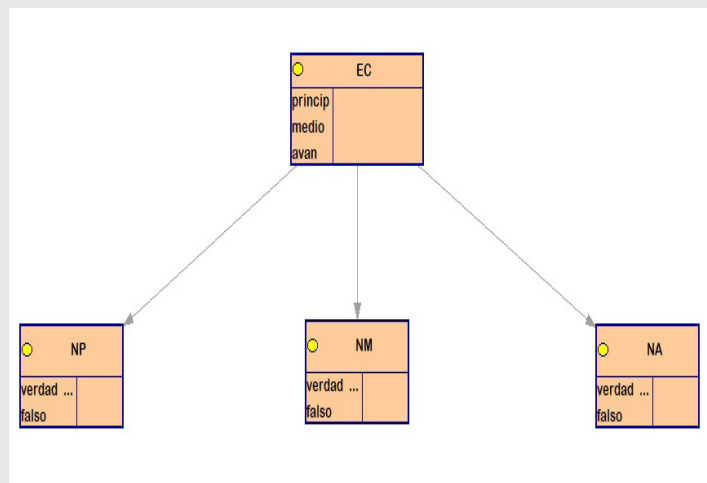


Figura 3. Red Bayesiana del Estado de Conocimiento.

Las variables de la RB del Estado de Conocimiento están definidas como se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2. Nomenclatura de la RB del estado de conocimiento

Nombre de la variable	Nomenclatura	Valores cualitativos	Valores cuantitativos
Estado de Conocimiento	EC	princip, medio, avan	
Nivel Principiante	NP	verdadero, falso	1-5 aciertos
Nivel Medio	NM	verdadero, falso	5-10 aciertos
Nivel Avanzado	NA	verdadero, falso	10-15 aciertos

## Trabajos relacionados

Existen diversos tutores inteligentes, así como diferentes trabajos relacionados en esta área. Al res-

pecto, Cataldi y Lage (2010), en Modelado del Estudiante en Sistemas Tutores Inteligentes, proponen un sistema adaptable, de acuerdo a las características, gustos, preferencias y estilos de aprendizaje del estudiante, mediante una enseñanza y aprendizaje interactivo. Propone redefinir los componentes básicos y las interfaces del Modelo del Estudiante, según esto, debido a su importancia y a que esto puede servir para que este módulo derive en funcionalidades independientes al Sistema en general.

Para el desarrollo de este proyecto se tomó en cuenta el utilizar las ideas de Gardner de su Teoría de las inteligencias múltiples, la cual propone ocho tipos de inteligencia distintas: Inteligencia lingüístico-verbal, Inteligencia lógico-matemática, Inteligencia espacial o visual, Inteligencia musical, Inteligencia corporal-kinestésica, Inteligencia intrapersonal, Inteligencia interpersonal e Inteligencia naturalista. Esta teoría nos servirá para determinar el estado psico-sociológico del estudiante, ya que determinará el potencial y características significativas de cada individuo, que reflejan sus fortalezas y debilidades. Esto ayudará debido a que no todos los individuos aprenden de la misma manera y esto permitirá al sistema realizar aún mejor su función de adaptabilidad.

Otro ejemplo de un Sistema Tutor Inteligente es PCMAT, Martins, et al. (2011), Mathematics Collaborative Educational System, que forma parte del trabajo de Peña Ayala (2013), Intelligent and Adaptive Educational-Learning Systems: Achievements and Trends. PCMAT es un Sistema Educativo Adaptativo, basado en una evaluación progresiva, la cual se realiza a partir de la detección de las características y estilo de aprendizaje del estudiante. La detección del estilo de aprendizaje se lleva a cabo a partir de las Estrategias de VARK, que son un Modelo desarrollado como instrumento para determinar la preferencia de los alumnos al procesar la información desde el punto de vista sensorial, no hablan de fortalezas, sino de preferencias sensoriales.

De manera general las características de las ventajas de usar redes bayesianas como implementación de método son:

Las redes bayesianas permiten representar, al unísono, la dimensión cuantitativa y cualitativa de algún aspecto de la realidad [3]. Esta ventaja se ha visto potenciada en los últimos años por el aumento de la potencia de cálculo que han experimentado las computadoras y por el desarrollo de algoritmos de propagación de probabilidades que optimizan los recursos.

Una de las ventajas más importantes de las redes bayesianas es que pueden trabajar con datos perdidos [4]. Esta cualidad es muy importante en el contexto

de la investigación aplicada donde es muy difícil obtener ficheros o bases de datos donde no existan datos perdidos. También permiten reducir el sobreajuste de los datos [3], y combinar el conocimiento previo que tenemos respecto al problema de estudio con datos experimentales [5].

La ventaja que tienen las redes bayesianas como sistemas expertos frente a los sistemas expertos clásicos basados en reglas es que todo el conocimiento del sistema se representa en un único formato (gráfico y probabilístico), lo que hace sencillas las interpretaciones [6]. Por otro lado, cuando construimos una red bayesiana a partir del conocimiento de un experto para usarla en la orientación ante la toma de decisiones, la asignación de probabilidades es más sencilla [7].

Al revisar un marco teórico de sistemas y aplicaciones tomamos en cuenta los errores o las experiencias de usuarios que se topado en el transcurso de las pruebas para poder buscar un método que sea adaptivo y nos pueda brindar un panorama más amplio en la clasificación de los estilos de aprendizaje, ya que en el transcurso de esta evaluación nos podemos encontrar una gran cantidad de combinaciones para poder llegar al resultado final, pero gracias a las redes bayesianas podemos hacer un filtrado más selectivo y rápido, sin necesidad de estar saturando al usuario con una serie de preguntas extras, ya que esto nos podría arrojar resultados erróneos por que el usuario solo por querer terminar el test conteste lo que más le convenga y no lo que realmente debería responder.

Las herramientas utilizadas para este trabajo fueron las siguientes:

- Visual Studio Community 2019.
- Enterprise Archited
- Laptop Acer con sistema operativo Windows 10 a 64 bits, 8 gigas de memoria RAM y procesador Intel Core i7.

## RESULTADOS

Una vez estructuradas las Redes Bayesianas principales de los Test, en primer lugar, se genera la Evaluación de los Estilos de aprendizaje. Ya que se ha detectado el Estilo de aprendizaje al que pertenece el estudiante, lo siguiente es detectar el Estado de Conocimiento, lo cual sería la próxima fase. Por el momento el proyecto continúa realizándose, para llegar a los resultados finales; presentando aquí sólo la primera fase de la Detección.

El prototipo del software hasta ahora desarrollado, tiene como pantalla principal una ventana en la cual se muestra un login de inicio en el que se debe ingresar un usuario y una contraseña, que una vez va-

lidados los datos de usuario nos da acceso a la pantalla principal donde se comienza el primer test. Las preguntas del primer test se limitan a contestar SI o NO en cada una de los cuestionarios. En la figura 4 se muestra un ejemplo del test de diagnóstico.

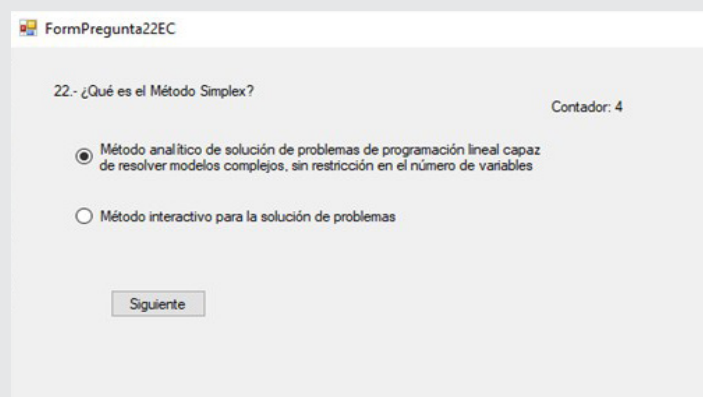


Figura 4. Test de diagnóstico de los Estilos de Aprendizaje.

Ya que se han respondido todas las preguntas del Test, el programa arroja el resultado obtenido en alguno de los canales de aprendizaje. En la figura 5 se muestra un ejemplo de los resultados posibles a obtener en el cual el resultado es el canal de aprendizaje Visual:



Figura 5. Uno de los posibles resultados al terminar el test de Estilos de aprendizaje.

El paso a seguir es realizar el test para la detección del estado de conocimiento, que está conformado por preguntas aleatorias de la materia de Investigación de operaciones. En la figura 6 se muestra un ejemplo del test realizado para esta sección:

Al igual que el primer test, el de detección de estado de conocimiento muestra un resultado final al terminar de responder todas las preguntas del mismo, dependiendo de las respuestas respondidas correctamente. En la figura 7 se muestra uno de los posibles resultados:



Figura 6. Pregunta del test de estado de conocimiento.

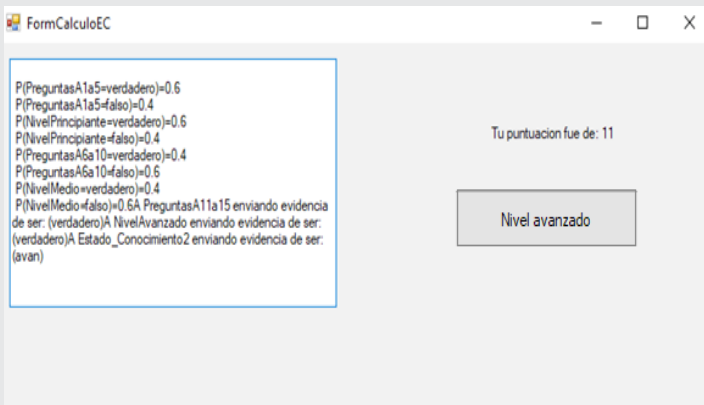


Figura 7. Resultado probable obtenido de realizar el test del Estado de conocimiento.

## CONCLUSIONES

Se clasificaron de forma correcta los tipos de estado de conocimiento y el estilo de aprendizaje de la población de alumnos de nivel Licenciatura mediante la aplicación de Redes Bayesianas como instrumento de diagnóstico y clasificación para esta investigación.

Una vez que se pudo granular la muestra de estudiantes se dirigió al área académica encargada de la asignatura para poder implementar estrategias en su temario de acuerdo a los resultados obtenidos.

Debido a la sencilla representación gráfica y probabilísticas, se facilita la interpretación de los resultados obtenidos de esta muestra, y con la ayuda de la construcción de las redes bayesianas descritas, se puede utilizar como trabajo a futuro para un Sistema Tutor Inteligente enfocado a cualquier otra materia en específico adaptando los test que utilizamos en esta investigación, a las preguntas necesarias para diagnosticar la materia solicitada.

Este trabajo es una referencia de la tesis que lleva de nombre Diseño del Módulo del estudiante de un

sistema tutor inteligente de autoría propia, en la cual se plasmas los resultados de la evaluación realizada en el semestre inmediato anterior a este. En el cual se realizó esta evaluación a la muestra de alumnos mencionados en el artículo respecto a la materia de Investigación de operaciones.

En dicho trabajo se mostraron anexos de las evaluaciones donde se toma a la población que tiene un 40% de reprobación y al finalizar el test y poder adaptar un temario de acuerdo a su estilo de aprendizaje se logra un objetivo del disminuir este índice de reprobación en un 50%, con el cual comprobamos que es favorable la clasificación de estos estudiantes mediante el modulo creado.

El programa desarrollado es un trabajo de apoyo a la academia para ayudar a elevar los índices de aprobación en dichas asignaturas de foco rojo. A la vez es un trabajo en conjunto con ellas ya que nuestra herramienta solo clasifica a la población para poder brindar una mejora en la forma en que el estudiante está recibiendo y procesando la información. Al final la academia es la que decide cómo aplicar las herramientas y métodos que estas a disposición para llevar a cabo estas medidas correctivas de la asignatura.

Como trabajo a futuro se pueden realizar crear diversos módulos enfocados a las materias que están teniendo un índice de reprobación alto, esto se puede hacer debido a la ventaja de que nuestro modulo es adaptable a las asignaturas en las que se cargue el estado de conocimiento previo en él.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. VanLehn, K (1988). *Student Modelling*. M. Polson. *Foundations of Intelligent Tutoring systems*. Hillsdale. N.J. Lawrence Erlbaum Associates.
- [2]. O'Leary, D.E. (2008) *Expert Systems*, Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering.
- [3]. Heckerman, D. (1995). *A tutorial with bayesian networks (Tech. Rep. MS-TR-95-06)*. Redmon, WA: Microsoft Corporation.
- [4]. Nadkarny, S., y Shenoy, P. P. (2001). *A bayesian network approach to making inferences in causal maps*. *European Journal of Operational Research*, 128, 479- 498. doi:10.1016/S0377-2217(99)00368-9
- [5]. Pearl, J. (2001). *Bayesian networks, causal inference and knowledge discovery (Tech. Rep. R-281)*. Los Angeles: University of California, Computer Science Department.
- [6]. Edwards, W. (1998). *Hailfinder. Tools for and experiences with bayesian normative modeling*. Ame-

*ican Psychologist*, 53, 416-428. doi: 10.1037/0003-066X.53.4.416

[7]. P. Jarusek y R. Pelanek (2012), *A web-based problem solving tool for introductory computer science. Proceedings of the 17th ACM anual conference on Innovation and technology in computer science education. Peña Ayala Alejandro, 2013, Intelligent and Adaptive Educational-Learning Systems: Achievements and Trends.*