

RIC

# INTEGRACIÓN DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJES A LOS SISTEMAS TUTORIALES INTELIGENTES

## INTEGRATION OF LEARNING STYLES TO INTELLIGENT TUTORING SYSTEM.

### Autores

Primer Autor: Raúl Jiménez, Emir Salazar

Segundo Autor: Ing. Nicholas Béliz Osorio, Mgtr. Mirna M. Samaniego G., Dr. Euclides Samaniego González y Dr. Nicolás A. Samaniego F.

### RESUMEN

La creación del Sistema Tutor Inteligente tuvo como propósito principal que el sistema exhibiera un comportamiento similar al de un tutor humano, quien poseía libertad para actuar y cambiar su forma de interacción basándose en las necesidades de cada uno de los estudiantes, identificando la forma en que el mismo resuelve un problema para brindarle ayuda cuando el estudiante cometía algún tipo de error. En este sistema las interacciones entre el estudiante y docente estuvieron enmarcadas en teorías de aprendizaje y enseñanza aplicable a dicha interacción, no sólo fue importante el conocimiento facilitado por el docente hacia el alumno, sino la forma en que este conocimiento fue presentado, para mejorar el proceso de adquisición y construcción de conocimiento. El sistema tutor construye un perfil del alumno, lo vincula con su estilo de aprendizaje y procede a elegir la técnica de enseñanza que mejor se adapte a su estilo de aprendizaje, permitiendo adaptar el modo de enseñanza a las necesidades del alumno a fin de mejorar su rendimiento a través de cada clase, con la incorporación de los métodos y técnicas de enseñanza más eficaces. Con el desarrollo del sistema tutor inteligente se logró diseñar un sistema adaptable a los conocimientos previos, y a la capacidad de evolución de cada alumno y las concepciones que subyacen en las prácticas de enseñanza. Además de ser lo suficientemente flexible para permitir que cada alumno, de acuerdo a su nivel inicial y a su estilo de aprendizaje pueda elegir su propio método de enseñanza.

### PALABRAS CLAVES

Estilos de aprendizaje auditivo, visual y kinestésico; estilo de aprendizaje; interacción, sistema Tutor-Inteligente; teorías de aprendizaje y enseñanza.

### Área

Licenciatura en Ingeniería de Sistemas y Computación – GIIICOM  
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales  
Universidad Tecnológica de Panamá  
Grupo de Investigación en Inteligencia Computacional – GIIICOM  
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales  
Universidad Tecnológica de Panamá

### ABSTRACT

The creation of Intelligent Tutoring System had as its main purpose the system exhibited a similar behavior of a human tutor, who had freedom to act and change their form of interaction based on the needs of each student, identifying how it solves a problem for additional help when the student committed any error. In this system the interactions between students and teachers were framed in theories of learning and teaching applicable to such interaction was important not only knowledge provided by the teacher to the student, but the way in which this knowledge was introduced to improve the procurement and construction of knowledge. The tutor system builds a profile of the student, it links with learning style and choose the appropriate teaching technique that best suits your learning style, to adapt the teaching mode to the student's needs to improve its performance through each class, with the incorporation of methods and techniques for more effective teaching. With the development of intelligent tutoring system is able to design a customizable system to background evolution and the ability of each student and the conceptions underlying teaching practices. Besides being flexible enough to allow each student, according to its initial level and learning style to choose their own method of teaching.

### KEY WORDS

Intelligent Tutoring System, interaction, learning style, theories of learning and teaching, visual, auditory and kinesthetic learning style.

## 1. Introducción

Este tema de investigación surge motivado por la necesidad de encontrar formas alternativas para la enseñanza, puesto que en Panamá existe una debilidad en el uso de nuevas estrategias didácticas y de tecnologías en el proceso de enseñanza – aprendizaje. Es decir, hay resistencia de varios sectores a utilizar las TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje. Al desarrollar este proyecto se promueve y apoya el uso efectivo de la informática en los procesos formativos, lo cual es parte de las prioridades para desarrollar el sector educativo en ciencia y tecnología en cuanto del fortalecimiento de los recursos humanos, según los señalamientos del PENCYT.

El proyecto de investigación consiste en desarrollar un Sistema Tutor Inteligente basado en el Estilo de Aprendizaje que realice la tarea de tutoría en la que se adaptan diferentes modalidades o estrategias de enseñanza. Lo cual representa una alternativa útil para los estudiantes que requieren un mayor grado de tutoría personalizada o del tipo uno a uno.

El desarrollo de este sistema mostrará al alumno el contenido de una asignatura según su estilo de aprendizaje, recomendará al alumno acerca de cómo debería aprender un contenido determinado y cuáles son las habilidades esperadas, dará seguimiento al alumno para que pueda cumplir los objetivos del tema en tiempo y forma, ejecutará pruebas de diagnósticos para evaluar el rendimiento académico de los alumnos y proveerles de herramientas para mejorar su producción.

### 1.1 Caracterización general

Las ciencias computacionales y la tecnología, en la actualidad, se han integrado de una manera fuerte en la gran mayoría de nuestras actividades. La información y las comunicaciones se relacionan profundamente con todos los quehaceres del ser humano, dándose a comprender que los elementos que componen nuestra sociedad se encuentran dominados por los medios y la forma en que estos influyen sobre nosotros [1].

El rendimiento y la capacidad de los computadores existentes sobrepasa con creces las computadoras de hace varias décadas, por lo que los estudios teóricos desarrollados durante ese período han podido llevarse a práctica en nuestros días.

Los investigadores y desarrolladores han creado nuevos modelos basados en aquellos sistemas tradicionales, para construir diversos Sistemas Tutoriales Inteligentes más capaces y adaptables a las necesidades actuales, haciendo uso en su mayoría de las facilidades de comunicación y enseñanza a distancia a través de la web [2], facilitando el acceso a la población destino. Asimismo, la creación y fuerte expansión de los teléfonos inteligentes (*Smartphones*) y tablets igualmente ha permitido a las personas integrarse y comunicarse de manera más eficiente con las abundantes facilidades que estos brindan [3], además de la gran cantidad de facilidades básicas de los mismos dispositivos: acceso a la información más reciente desde cualquier parte, comunicación entre distancias remotas, automatización de procesos cotidianos, entre otras.

Es importante resaltar que ligado a todo esto, no sólo es la tecnología la que ha evolucionado, sino también los algoritmos y las metodologías de implementación de Inteligencia Artificial, IA, en dichos sistemas [4]. Es muy impresionante el hecho de que tanto ha sido el grado de avance en el campo de la IA que incluso en el año 2010 la prueba de Turing fue superada satisfactoriamente.

Tomando en cuenta las últimas tendencias globales, se aprecia que los sistemas de enseñanza en ambientes virtuales y entornos vía web están creciendo en número y en capacidad de operación [5].

Estos hacen uso de algoritmos de búsqueda heurística, algoritmos de aprendizaje y algoritmos de lógica difusa en muchas de sus funciones para diversificarse y adaptarse a la considerable diversidad de necesidades de cada uno de sus usuarios [6].

Con este hecho se da a entender que la aplicación de la IA en la Educación constituye un campo fundamental de creciente interés donde se tratan de aplicar las técnicas que esta ofrece para el desarrollo de sistemas de enseñanza asistida por computadora cuyo propósito es construir sistemas de enseñanza inteligentes [7].

Los profesores a la hora de su ejercicio docente pueden hacer uso de una cantidad considerable de recursos tecnológicos para enriquecer su material de enseñanza facilitando el aprendizaje y que el mismo sea asimilado por parte del estudiante [8].

Es normal y frecuente que se empleen recursos como proyectores, imágenes ilustrativas con transición/diapositivas, videos informativos, artículos digitales, sitios *web de blogging* [9], plataformas virtuales, comunicación por redes sociales y muchos otros que pueden ser de ámbito más específico dada la naturaleza del conocimiento que se imparte.

Es indudable que gran cantidad de instituciones educativas y empresas tanto públicas como privadas reconocen que estos recursos brindan una gran ventaja y amplias posibilidades a la hora de impartir cualquier tipo de curso o entrenamiento, sin importar si el motivo es preparar profesionales o capacitar personal para una empresa, todo con la finalidad de ofrecer un mejor nivel de preparación en su institución [10].

Prueba de ello es que, las más grandes universidades de diversos países, han tomado en cuenta las posibilidades que los Sistemas Tutoriales Inteligentes plantearon desde sus inicios y continuando los modelos diseñados en base a los estudios realizados en el área de instrucción asistida por computadora han logrado el desarrollado de academias virtuales, donde permiten instruir a estudiantes en programas de educación a distancia [11], impartiendo cursos de manera predefinida para todos los usuarios registrados en los mismos, regularmente haciendo uso de recursos como

videos, lecturas, preguntas de selección, discusiones en foros, entre otras.

Esta tendencia o modelo educativo se está usando desde hace varias décadas, sin embargo se es consciente que muchos carecen de algún elemento que permita al usuario manejar alguna facilidad con respecto al tipo de material que se le presente en dichos cursos [12].

Lo que lleva a reflexionar que es por eso que en numerosas ocasiones muchos estudiantes no pueden completar dichos cursos, porque el material no se les ofrece en una manera particular que les sea de mejor comprensión [13].

Tomando como referencia lo planteado, existe la posibilidad de resolver esta carencia y adicionarla a los modelos de academia virtuales ya existentes, con vista a influenciar de manera positiva el grado de asimilación de información de los usuarios de la misma.

Por lo cual, se plantea que toda institución que requiera de algún proceso de capacitación o enseñanza puede hacer uso de los sistemas de instrucción asistidos por computadora, para preparar una cantidad muy grande de personas utilizando un número considerablemente menor de recursos físicos, materiales y humanos.

Continuando con las pautas y modelos planteados por las instituciones educativas, se propuso entonces aprovechar la oportunidad para diseñar, desarrollar y evaluar un Sistema Tutor Inteligente con funciones básicas necesarias y prepararlo para su uso en una asignatura específica con el fin de estudiar qué tipo de impactos positivos y negativos tendría en la calidad del mismo, tomando especial interés en los aspectos como la adaptabilidad del Sistema Tutor Inteligente a los usuarios y la capacidad de evaluación.

### 1.1.1 Fundamentos teóricos

**Sistema tutorial inteligente.** Un sistema tutorial inteligente se define como un sistema de software que incorpora técnicas de inteligencia artificial con el propósito de representar el conocimiento e interactuar con los estudiantes

\* Corresponding author:  
nicolas.samaniego@utp.ac.pa

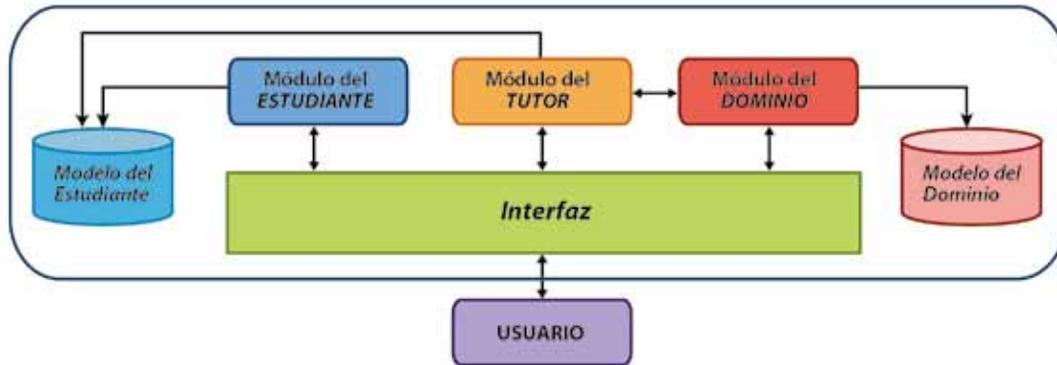


Figura 1. Interacción de los Módulos de un Sistema Tutor inteligente.

para enseñárselo [14] a fin de crear un ambiente que considere los diversos estilos cognitivos de los estudiantes que utilizan el programa [15].

El sistema tutorial inteligente actúa como un tutor personal del estudiante, como entrenador humano posee libertad para actuar de acuerdo a las necesidades más complejas del estudiante.

Es decir, que es un sistema que modela la enseñanza, el aprendizaje, la comunicación y el dominio del conocimiento del especialista y el entendimiento del estudiante sobre ese dominio [16].

En la Figura 1, se presenta la interacción de los módulos de un sistema tutorial inteligente que permite la emulación de un tutor humano permitiendo determinar qué enseñar, cómo enseñar y a quién enseñar a través de un módulo del dominio que es el encargado de administrar el dominio del conocimiento, a su vez el módulo del estudiante construye el perfil del estudiante mediante un sistema basado en reglas que recorre un espacio estados que representa el conocimiento sobre estilos de aprendizaje y conocimiento adquirido por el alumno durante su paso por las sesiones de aprendizaje teóricas y prácticas, un módulo del tutor con el conocimiento generado por el módulo del estudiante se controla la navegación por el tutor, los recursos a los que tiene acceso el alumno y las evaluaciones de los aprendizajes, también actualiza el perfil del alumno y por último la interface con el usuario que permite

la interacción de una manera eficiente del estudiante con el sistema tutorial inteligente.

Por medio de la interacción entre los módulos básicos, el sistema tutorial inteligente es capaz de determinar lo que sabe el estudiante y cómo va en su progreso, por lo que la enseñanza, se puede ajustar según las necesidades del estudiante, sin la presencia de un tutor humano.

#### Sistema tutorial inteligente basado en la Web.

Haciendo uso de las ventajas que presentan las redes modernas: *Intranet*, redes corporativas o la *Internet*, se pueden realizar tareas de tutelado sin la necesidad de copiar el sistema tutorial inteligente completo en todos los servidores centrales. Esta ventaja incide en el control de la redundancia, puesto que el uso de una arquitectura del tipo Cliente/Servidor es de gran ayuda y útil para distribuir los datos y evaluar más fácilmente los resultados del sistema al tener acceso a cada nodo y su data.

Aprovechando las ventajas de las redes, la arquitectura de un sistema tutorial inteligente soporta el procesamiento distribuido, para utilizar la red de una manera eficiente, ya sea esta la *Internet* o cualquier otra. La provisión de información relevante y el mejoramiento de la experiencia educativa a través de nuevos recursos educativos facilita el proceso cognitivo del estudiante. A esto, se le puede sumar un entorno flexible con acceso a la red desde cualquier punto donde el sistema tutor inteligente se encuentre almacenado. Esto significa no

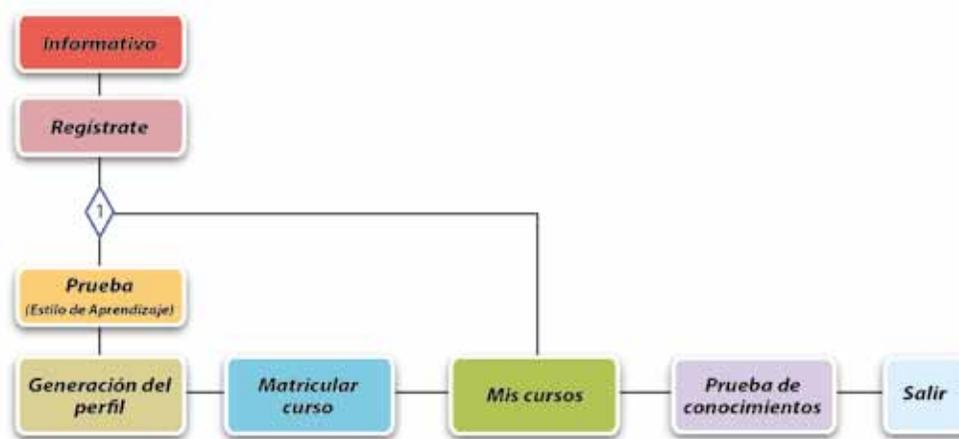


Figura 2: Diagrama de navegación por el sistema tutorial inteligente propuesto.

solo una reducción de costos importantes, en materiales y tiempo principalmente, sino una mejora sustancial en el uso de las plataformas para educación a distancia.

La educación basada en *Web* es cada vez más atractiva para las instituciones académicas. Puesto que se puede centralizar todo el proceso, permitiendo que los estudiantes tomen una asignatura en sus hogares o en cualquier establecimiento habilitado para luego rendir los exámenes, también en línea.

**Metodología y arquitectura del sistema tutorial inteligente propuesto.** Como antecedentes al empleo de tutores inteligentes se han analizado propuestas como [Millán, 2001], [Sierra, 2004] y [Salgueiro, 2005]. De ellos se estructura la propuesta implantada, detallada en la figura 1, con la adición de un módulo de evaluación del estilo de aprendizaje del alumno, cuyo resultado sirve de guía al módulo tutor y a la interfaz de usuario.

Para este caso la integración de los estilos de aprendizajes con las funciones básicas necesarias para servir como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza – aprendizaje se genera un tutor flexible y que se amolda a las particularidades de aprendizaje de cada estudiante, el cual deberá someterse a los cuestionarios iniciales, que no son más que tests prediseñados para determinar el tipo de

aprendizaje que prevalece en el estudiante. Una vez terminado el proceso anterior y teniendo en cuenta la información arrojada por dicha labor, el tutor evalúa un conjunto de reglas en la base de conocimiento para determinar el tipo de estilo de aprendizaje que predomina en el estudiante (auditivo, visual o kinestésico). Con este conocimiento se tiene un primer perfil del alumno, el cual se va actualizando a medida que el mismo navega por el tutor.

La Figura 2 presenta los pasos que al navegar por el sistema tutorial inteligente propuesto todo estudiante debe recorrer.

**Sección informativo.** Se presenta una pantalla que describe ¿qué es el tutor?, ¿cómo funciona? ¿cómo aprendo?, importancia del tutor y la opción, acerca de, que muestra información sobre los autores del sistema tutor inteligente.

**Secciones regístrate para aprender.** Permite crear y obtener una cuenta del estudiante para tener acceso al sistema tutor inteligente. El usuario deberá introducir sus datos de cuenta. Una vez se haya creado la cuenta correctamente, se procede a realizar la prueba de estilos de aprendizaje para aproximar su tipo de aprendizaje preferido.

**Sección prueba de los estilos de aprendizaje.** Consiste en llenar las listas de la prueba de acuerdo a los hechos que correspondan con su

destreza personal. Completado el *test* de estilos de aprendizaje se da enviar. Inmediatamente se muestra el perfil del estudiante.

**Sección de generación del perfil.** Se construye un perfil del alumno de acuerdo al estilo de aprendizaje predominante del estudiante que se genera cuando se llenan las listas del *test*, considerando los hechos que según el estudiante correspondan con su destreza personal. En este perfil se presentan información personal del estudiante, el tipo de aprendizaje predominante y los puntajes obtenidos en los tres estilos de aprendizaje (Visual, Auditivo y Kinestésico). Esta información será de gran utilidad ya que aquí es donde se procede a elegir la técnica de enseñanza que mejor se adapte al estilo de aprendizaje del estudiante. Por ejemplo, si el estilo de aprendizaje es visual hay preferencia por presentar al estudiante las estrategias que muestren los datos, información y el conocimiento de maneras gráficas y simbólicas. En caso de que sea auditivo hay preferencia por escuchar los datos, información y el conocimiento. Y, finalmente, si es kinestésico la preferencia perceptual relacionada con el uso de la experiencia y la práctica, ya sea real o simulada es la mejor forma para mostrar los datos, información y el conocimiento.

**Sección matricular curso.** El estudiante matricula un curso y recibe su material de aprendizaje de acuerdo a su estilo de aprendizaje.

**Sección mis cursos.** Un estudiante puede tomar más de un curso a la vez. El tutor ha sido diseñado para que se pueda alojar más de un curso, siguiendo el mismo formato.

**Sección prueba de conocimientos.** El usuario realiza una prueba de conocimiento general sobre el tema para evaluar su aprendizaje.

**Sección salir.** Opción que permite salir del sistema tutor e ingresar posteriormente con las cuentas del estudiante para tener acceso al sistema Tutor Inteligente.

**Combinación de técnicas de inteligencia artificial para mejorar la atención diferenciada del estudiante en un Sistema Tutor.** En el desarrollo de la investigación sobre la integración de los estilos de aprendizajes a los sistemas

tutoriales inteligentes se presenta la combinación de varias técnicas de inteligencia artificial en la creación de un Sistema Tutor Inteligente como herramienta para el apoyo en el proceso enseñanza – aprendizaje. El lograr que un sistema tutorial inteligente funcione como tal y lo haga de una manera diferenciada a las características de cada estudiante, es un gran reto, ya que en el proceso de enseñanza – aprendizaje intervienen varios factores que son casi imposibles de modelar computacionalmente, como son los estados de ánimo de los estudiante y el grado de concentración de los mismos. Sin embargo en la mayoría de los tutores inteligentes se aboga por una técnica de inteligencia artificial, en este proyecto se combinaron dos de ellas, reglas de producción y redes bayesianas, para explotar cada una de sus cualidades en cada etapa del aprendizaje del estudiante.

**Reglas de producción.** En el sistema tutor inteligente el estudiante iniciará realizando tests iniciales, que servirán para determinar estilos de aprendizaje. Estos diagnósticos serán estáticos y predefinidos por un experto, ya que se cuenta en la rama pedagógica con un gran número de estos. Los sistemas basados en reglas son los más comúnmente utilizados, debido a su eficiencia y sencillez a la hora de implementar tareas como la de determinar los resultados de un test. Las reglas no son más que una proposición lógica que relaciona dos o más enunciados. Se pueden dividir en premisas y conclusiones. La estructura de una regla es: SI <premisa> ENTONCES <conclusión>.

Estas estructuras serán utilizadas también a la hora de determinar el formato, nivel y complejidad de los diagnósticos de contenido, actividades y exámenes que realizarán los alumnos. Los diagnósticos que se realizarán aunque serán elaborados también con anterioridad por un experto, sólo serán maquetas, pues las preguntas que estos aplicarán serán puestas de forma automáticas por el sistema, así como también cuál de las maquetas se le pondrá a cada alumno.

Para la evaluación de las reglas de producción se tendrá en cuenta la teoría de cálculo de certeza para un mayor desempeño en el tratamiento de la incertidumbre que pueda haber en la

evaluación del experto.

A partir de aquí se creará un perfil del estudiante el cual se irá actualizando de forma constante con las actividades que debe ir cumpliendo posteriormente el tutorado. Las actividades y el examen final tendrán características similares a las de los diagnósticos.

### 1.2 Objetivo general de la investigación

El objetivo general de la investigación fue implementar un Sistema Tutor Inteligente integrando los estilos de aprendizajes con las funciones básicas necesarias para servir como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza – aprendizaje a nivel universitario en la asignatura de Inteligencia Artificial.

Para el desarrollo del mismo, se logró determinar los requerimientos básicos necesarios para las funciones del Sistema Tutor Inteligente; se programó en lenguaje C# el Sistema Tutor Inteligente bajo modalidad de proyecto *web* utilizando la plataforma ASP.NET; se alimentó el Sistema Tutor Inteligente con la información del curso el cual sirvió como herramienta de apoyo para el aprendizaje.

Adicionalmente, se logró medir el grado de obtención de conocimiento de los individuos de la muestra de estudiantes del curso de Inteligencia Artificial que utilizaron el Sistema Tutor Inteligente; se realizó un estudio comparativo de los diferentes grados de obtención de conocimiento en diversas muestras de estudiantes del curso de IA en base al uso y no uso de un Sistema Tutor Inteligente como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza – aprendizaje; se determinó en base a un estudio comparativo realizado si el uso de un Sistema Tutor Inteligente supone una mejora considerable para el grado de conocimiento adquirido en el curso aplicado; se identificaron las posibles dificultades encontradas en el proceso de utilización del Sistema Tutor Inteligente; y finalmente se establecieron algunas propuestas de mejora para el sistema en base a los resultados de los análisis.

### 1.3 Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación que dieron

luz al cumplimiento de los objetivos y que se utilizaron como medida de cuestión a modo de investigación son las siguientes: ¿Cuál es la modalidad actual de enseñanza del curso de IA y cuál es su desempeño?; ¿Qué cambio presenta el rendimiento de los estudiantes al aplicar la modalidad propuesta?; ¿Qué grado de mejora supone el uso del Sistema Tutor Inteligente con respecto a la situación actual? Y ¿Qué problemas u oportunidades se presentarían al implementar el Sistema Tutor Inteligente como apoyo a la metodología actual?

### 1.4 Justificación de la investigación

En esta investigación se tomó como punto de partida uno de los problemas más característicos en la enseñanza desde hace mucho tiempo, el cual tiene origen en los hábitos de aprendizaje del ser humano: cada persona aprende de manera distinta.

Si analizamos el modo de tutoría personal, se puede decir que un docente correctamente capacitado puede adaptar su contenido académico a dicho estudiante de manera precisa a medida que este aprende de los hábitos de aprendizaje del mismo [17]. Sin embargo, este hecho no ocurre tan fácilmente en un aula de clases en donde el número de estudiantes impide al docente poder aproximar su metodología a cada uno de manera personalizada en un lapso corto, obligando al docente a apegarse a su metodología de manera fija, haciendo leves variaciones o desviaciones de vez en cuando, en el momento que surja alguna dificultad. Sin lugar a duda que, esta condición es encontrada en muchos de los paradigmas actuales de la educación que dificulta en gran medida a un porcentaje de los estudiantes apropiarse de diversos conocimientos, la cual está presente cuando la metodología del docente no es la más apropiada para ellos y se ve a diario en las aulas de clases de todo el mundo y no se puede atribuir a una falta ni al docente ni al estudiante, dado que hay un número infinito de variables de por medio que afectan este proceso.

Considerando esta situación, lo que se buscó en la investigación fue crear un Sistema Tutor Inteligente con la finalidad de afrontar un problema de este tipo de manera que

el conocimiento pudiera adaptarse a cada estudiante de manera personalizada, siendo así un apoyo para el docente en el proceso de enseñanza. Es importante que se aclare que, esta acción no cambiaría en nada el sentido de lo que se enseñe a unos y a otros, sino que se pueda aproximar la misma información desde diferentes perspectivas, permitiendo que se pueda generalizar el conocimiento y que a su vez se pueda personalizar el modo en que este se imparte.

### 1.5 Viabilidad de la investigación

Para facilitar el estudio se dividió el proyecto en tres fases, (1) la creación del Sistema Tutor Inteligente, (2) la prueba e investigación del Sistema Tutor Inteligente y (3) la documentación de resultados. Con esta acción se logró enmarcar las fases para la realización de todo el proyecto según lo establecido en el cronograma de trabajo y considerando como base el alcance, tiempo y costo. En relación a la viabilidad de la etapa de creación del Sistema Tutor Inteligente, se consideró en cuanto al alcance que la tarea de crear un Sistema Tutor Inteligente se delimita a dotar al mismo de funcionalidades básicas de las herramientas de su naturaleza con la finalidad de poder recolectar información pertinente a la investigación, respondiendo a las preguntas de la misma. Adicional a esto, se ha pactado como norma para estudio el utilizar la asignatura de Inteligencia Artificial.

En cuanto al factor tiempo se indicó que el tiempo necesario para crear el Sistema Tutor Inteligente es uno de los factores más críticos del proyecto.

Con vista a mantenerlo dentro de parámetros convenientes, se ha de desarrollar bajo modalidad web para facilitar su manejo y disposición para las pruebas. Y en relación al costo, se planteó que el costo de realización del Sistema Tutor Inteligente se estimó relativamente bajo en términos de diseño y desarrollo del mismo, sin embargo presentó una leve dificultad adicional al implementarlo en un servidor web con miras hacia las pruebas para investigación.

En relación a la viabilidad de la etapa de prueba e investigación del Sistema Tutor Inteligente, se

consideró en cuanto al alcance que las pruebas para la investigación se han delimitado a una muestra de estudiantes específica que pertenece a la asignatura de Inteligencia Artificial. Se ha de utilizar además un grupo de control que servirá para determinar las diferencias entre las metodologías de enseñanza que puedan encontrarse en el trayecto.

En cuanto al factor tiempo se indicó que el tiempo de prueba del Sistema Tutor Inteligente se ha delimitado a un mes para no intervenir de manera tan marcada en el currículo convencional del docente que imparte el curso. Esto puede someterse a cambios en base a los imprevistos que puedan ocurrir en el proceso de prueba de la herramienta (errores, oportunidades, entre otros). Y en relación al costo, se planteó que el costo de prueba de la herramienta puede ser uno de los más notables del proyecto, por el hecho de que se utilizara un servidor *web* virtual con pago mensual. No es tan elevado, pero si es un factor influyente del proyecto.

En relación a la viabilidad de la etapa de documentación de resultados, se consideró en cuanto al alcance que la documentación de las pruebas y resultados se delimitó a lo referente a la reacción de informes, artículos técnicos y videos instructivos referentes al Sistema Tutor Inteligente.

En cuanto al factor tiempo se indicó que la información de los resultados obtenidos se puede recopilar y redactar en un periodo corto, tomando como rango máximo un periodo de un mes. Y en relación al costo, se planteó que el costo de la documentación es relativamente escaso. La redacción, captura del video y edición será realizada por los integrantes de la investigación.

### 1.6 Hipótesis

Las hipótesis de la investigación son los hechos que se toman como suposición o idea principal a comprobar para resolver las preguntas de investigación propuestas. Las hipótesis que se comprobaron fueron las siguientes:

- El desempeño académico de los estudiantes que no usan el Sistema Tutor Inteligente supone entre un 80 % y un 90 % del

grado de valoración total del curso.

- La implementación del Sistema Tutor Inteligente mantendrá o mejorará el desempeño académico de los estudiantes en al menos 5 %.
- El uso del Sistema Tutor Inteligente como herramienta de apoyo ofrecerá más oportunidades que amenazas.

## 2. Metodología

El cómo se desarrolló la parte investigativa del trabajo se describe en esta sección, donde se desglosan las actividades realizadas para ejecutar la investigación.

Ésta se descompone en los siguientes elementos: área de estudio, tipo de investigación, alcance, población y muestra, instrumentos y recolección de datos.

Esta información es de suma importancia para establecer: ¿qué se desea estudiar?, ¿dónde se estudiará?, ¿con qué se va a estudiar? y ¿cuáles son los resultados del estudio?

### 2.1 Área de estudio

El área de estudio de la investigación abarcó parte en tecnología y en educación, relacionando temas básicos de ambos como lo son los métodos de enseñanza, las interfaces de interacción usuario – máquina, el aprendizaje de máquina, los Sistemas de Tutoría Inteligente, el aprendizaje asistido por computadora y el tipos de aprendizaje.

Puesto que se buscaba evaluar el impacto que tenía la integración de los estilos de aprendizajes a los sistemas tutoriales inteligentes.

### 2.2 Tipo de investigación

La investigación es de tipo mixta exploratoria. Se eligió este tipo de investigación dado que se deseaba realizar medición de algunas variables en el sistema, pero no siguiendo los patrones rígidos de la metodología cuantitativa en su totalidad.

Por ello, hemos elegido mantener un poco la subjetividad en la parte investigativa del trabajo. Con respecto a la parte exploratoria, no se han realizado investigaciones de ámbito igual o semejante a esta en el sitio donde reside la

población de estudio, por lo que la información obtenida del mismo es relativamente nueva o poco vista. Por este motivo, al partir con pocas referencias del área a estudiar hemos concluido que el tipo de investigación es de naturaleza exploratoria.

### 2.3 Alcance

La investigación se planificó para realizarse en un grupo fijo de usuarios en su etapa investigativa. Los costos de desarrollo fueron cubiertos y el tiempo de desarrollo se limitó hasta finales del año 2013.

### 2.4 Población de muestra

La muestra de la investigación consistió en un grupo de cuarenta (40) estudiantes del curso de Inteligencia Artificial de la carrera de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas y Computación, en la Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales de la Universidad Tecnológica de Panamá, de los cuales veinte (20) pertenecían a un grupo de control y los otros veinte (20) pertenecían al grupo experimental, es decir al grupo prueba de la herramienta.

### 2.5 Instrumentos

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron varios instrumentos, el primero de ellos consistió en una encuesta que se realizó entre los estudiantes, para conocer su grado de aceptación y entusiasmo con respecto a una plataforma de tutoría inteligente como apoyo a su proceso de aprendizaje regular. El segundo instrumento que se empleó en el desarrollo de este trabajo investigativo fue precisamente el Sistema de Tutoría Inteligente alrededor del cual gira toda investigación. Posterior al desarrollo del mismo, fue necesario realizar pruebas con un grupo de estudiantes, para medir el desempeño del mismo y comprobar si resulta útil y facilita de alguna manera el aprendizaje.

### 2.6 Recolección de datos

Antes de presentar los datos recolectados a través de los instrumentos utilizados se ha de señalar que para la primera parte en la que se aplicó la encuesta se utilizó una población total de cuarenta (40) estudiantes los cuales contestaron en su totalidad. Para la segunda parte del estudio la población se dividió en dos

grupos, el primero tenía la función de servir como control y consistía en veinte (20) alumnos los cuales no utilizaron en ningún momento el sistema tutor, mientras que el segundo grupo de veinte (20) alumnos sí se apoyó en el uso del tutor para afianzar el material aprendido.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1 Factibilidad y aceptación del uso de un STI

En primer lugar se presentan los datos obtenidos a partir del primer instrumento, el cual estaba basado en una encuesta dirigida a los estudiantes del curso de Inteligencia Artificial. Para este fin, se emplearon gráficas en las cuales se muestra las cantidades y porcentajes de las respuestas que se dieron a cada una de las preguntas. Para la primera pregunta de la encuesta, que se refiere al grado de asimilación del contenido que los estudiantes tienen con el método actual de enseñanza basado en clases dictadas por el profesor, donde la calificación de uno (1) representa un grado mínimo de asimilación y la calificación diez (10) el grado máximo. En el gráfico 1, se observa que el grado de asimilación de los estudiantes se concentra en los grados del 7 al 9, lo cual se considerado satisfactorio.



Figura 3. Gráfico del grado de asimilación de conocimiento de los estudiantes.

La segunda pregunta tenía como objetivo investigar ¿qué porcentaje de aceptación tiene la aplicación de un Sistema Tutor Inteligente, STI, entre los estudiantes? En la Figura 2, se muestran los resultados que demostraron un 77 % de aceptación por parte de los estudiantes.

#### GRADO DE ACEPTACIÓN DEL STI

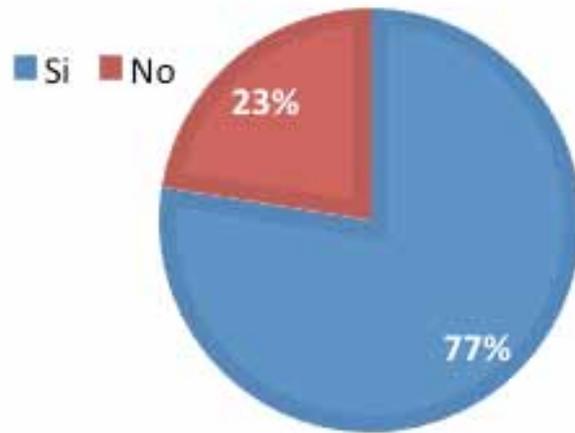


Figura 4. Gráfico del grado de aceptación del STI.

Con la tercera pregunta de la encuesta se pretendía averiguar el porcentaje de estudiantes que tienen acceso a computadoras con internet en sus hogares. En la Figura 3, se muestran los resultados que demostraron un 87 % de acceso a internet por parte de los estudiantes.

#### Grado de acceso a Internet

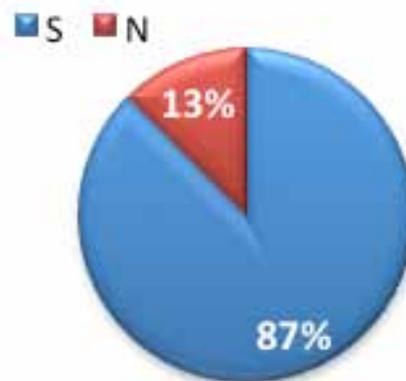


Figura 5. Gráfico del grado de acceso a Internet.

La última pregunta de la encuesta se refería a si los estudiantes tienen confianza en el uso de un Sistema Tutor Inteligente que despliegue contenidos de manera personalizada. En Figura 4, se exponen los resultados que demostraron un 72 % de los estudiantes tienen confianza en el uso del tutor.

### Grado de confianza en el tutor

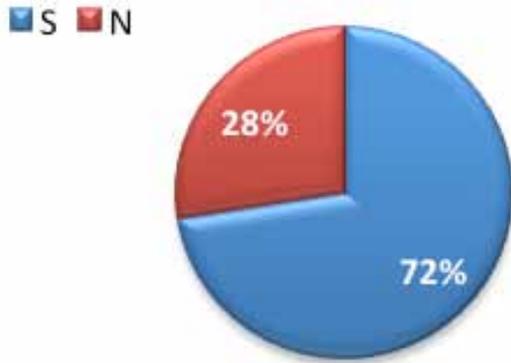


Figura 6. Gráfico del grado de confianza del tutor.

### 3.2 Empleo del Sistema Tutor Inteligente

El segundo instrumento utilizado en esta investigación es la aplicación del tutor mismo a un grupo experimental, para comparar su desempeño con un grupo control que no utilizó el tutor. Los resultados presentados se obtuvieron de las calificaciones de pruebas realizadas en ambos grupos en un tema en específico que pertenece al plan semestral, ver Tabla 1.

Una vez recolectados los datos experimentales de esta investigación se procedió a analizar los mismos, para determinar si las hipótesis propuestas resultan verdaderas o falsas.

La primera parte del estudio, que consiste en una encuesta, se centra en estudiar la factibilidad de la implementación de un Sistema Tutor Inteligente tomando en cuenta variables como el grado de asimilación que existe al recibir clases con el método tradicional, la disposición de los estudiantes a aceptar una plataforma de estudios diferente y la forma de acceso a la misma.

Para la primera pregunta de la encuesta: “¿una escala del 1 al 10 siendo el 1 la calificación mínima y 10 la calificación máxima, cuál cree que es su grado de asimilación y aprendizaje del material de Inteligencia Artificial que usted aprende con la modalidad actual de enseñanza basada en clases presenciales impartidas por el profesor?”, se observa que la mayoría de los estudiantes califica su grado de asimilación con calificaciones entre 7 y 9 siendo un 20 % de la totalidad de estudiantes los que califican con

Tabla 1. Comparación de resultados obtenidos en las muestras

Comparación de las muestras		
Estudiante	Calificación	
	Grupo Control	Grupo Experimental
1	78	87
2	56	84
3	89	100
4	76	95
5	45	93
6	67	86
7	87	86
8	67	83
9	78	100
10	64	78
11	98	87
12	56	94
13	78	84
14	87	88
15	67	84
16	56	89
17	78	92
18	87	82
19	83	83
20	85	81

7 su aprendizaje, 25 % calificaron con 8, 20 % con 9 y solo el 10 % de los estudiantes considera que puede asimilar el contenido perfectamente con las clases de la manera en que se imparten actualmente mientras que el otro 25 % calificó de malo o nulo su aprendizaje del material.

De estos datos se puede inferir que un cuarto de la población encuestada duda de lo que puede aprender en un salón de clases escuchando al profesor o es incapaz de entender lo que se le explica. Esta cantidad aún es demasiado grande y supone una deficiencia en el proceso de enseñanza – aprendizaje que puede ser mejorada si se aplican nuevas herramientas y métodos de apoyo.

En la segunda pregunta, “¿consideraría usted el uso de un Sistema Tutor Inteligente como apoyo al proceso de aprendizaje del contenido de sus materias?” El objetivo fue determinar si los estudiantes estaban dispuestos a aceptar una nueva herramienta como método de apoyo a su proceso de aprendizaje. La respuesta a esta pregunta se dividió en 77 % de los estudiantes a favor y 23 % en contra. Esto quiere decir que una plataforma de aprendizaje de tipo Sistema Tutor Inteligente es una idea bastante

aceptada y bienvenida dentro de la población de estudiantes.

La tercera pregunta de la encuesta realizada tiene el propósito de averiguar si los estudiantes poseen acceso a internet desde sus hogares: “¿Tiene usted acceso a una computadora con internet en su hogar?”.

La importancia de esta parte del estudio radica en medir el grado de acceso a la plataforma que tendrían los estudiantes desde sus casas, esto es esencial para que el sistema funcione correctamente y el mismo pueda servir como apoyo a la labor del docente. Los resultados arrojados indican que el 87 % de los estudiantes cuenta con acceso a internet, mientras que el otro 13 % no posee internet en sus hogares. Esto quiere decir que implementar el Sistema Tutor Inteligente es factible desde este punto de vista. Aunque el porcentaje de estudiantes sin internet es relativamente pequeño es de vital importancia encontrar formas de proveer acceso a la plataforma a estos usuarios ya que de esto depende el éxito de la implementación de este sistema.

Para la cuarta y última pregunta de la encuesta: “¿Considera usted que si se le presenta el contenido de las materias que usted cursa de manera más personalizada podría entender mejor los temas y desempeñarse mejor en las pruebas?”, se buscaba averiguar si los estudiantes consideraban que recibir el material de forma diferente y personalizada les ayudaría a entenderlo mejor, este es el objetivo principal del Sistema Tutor Inteligente que fue creado.

Se encontró que 72 % de los estudiantes encuestados consideran que un enfoque diferente en la manera en la que se presenta el contenido mejoraría el grado de comprensión de los temas en clase e influiría positivamente en su desempeño en las pruebas. Este dato es importante, ya que la confianza en un sistema nuevo es un factor crucial para el debido uso del mismo, en la medida en la que se presente confianza en una nueva herramienta el entusiasmo por la misma crecerá y el proceso de inducción de la misma será más fácil.

La segunda parte de nuestro estudio se basa en un análisis comparativo del desempeño de los estudiantes con respecto al uso del tutor. Se tomaron dos grupos para el experimento, el primero de ellos sirvió como control y recibió clases dictadas por el profesor como tradicionalmente se ha hecho, el segundo grupo utilizó el tutor para reforzar el material aprendido. Para la prueba se tomó un tema del plan semestral de la materia de Inteligencia Artificial sobre el cual se realizarían las pruebas de aprendizaje.

### 3.2.1 Muestra de control (Grupo Control – Sin el uso del Sistema Tutor Inteligente)

Para el grupo de control los datos obtenidos con respecto a las notas de los estudiantes en base al estudio de desempeño se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores estadísticos de tendencia central sin STI

Media	<b>74.1</b>
Mediana	<b>77</b>
Moda	<b>78</b>
Mayor	<b>98</b>
Menor	<b>45</b>

### 3.2.2 Muestra de investigación (Grupo Experimental – Con el uso del Sistema Tutor Inteligente)

Para el grupo muestra que interactuó con el tutor los resultados del estudio de desempeño se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores estadísticos de tendencia central con STI

Media	<b>87.8</b>
Mediana	<b>86</b>
Moda	<b>84</b>
Mayor	<b>100</b>
Menor	<b>78</b>

### 3.3 Estudio comparativo de resultados

Al observar las estadísticas de los resultados de ambos grupos se puede notar una clara diferencia en el desempeño de ambos con respecto al uso del tutor o no.

En el caso del grupo de control se puede observar que el desempeño de los estudiantes se mantuvo en una media de 74.1 como calificación obtenida. La media es de 78, la calificación más obtenida por el grupo. La diferencia entre la mayor y la menor puntuación obtenida es de 53 puntos. Con estos datos podemos inferir que el desempeño de los estudiantes del grupo es bastante desigual, el mayor indicador de esto es la gran diferencia que existe entre la menor y la mayor calificación.

Para el grupo experimental se obtuvieron resultados que muestran cierta mejoría en el desempeño con respecto a la prueba. La media de las calificaciones obtenidas es 87.8, la calificación que más obtenida fue 84 y la diferencia entre la menor calificación obtenida es de 22 puntos. Estos datos indican una mayor uniformidad en el aprendizaje.

Comparando los resultados obtenidos en ambos grupos es destacable la mejoría que existe al implementar el Sistema Tutor Inteligente como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza. La diferencia entre las calificaciones obtenidas por el grupo de prueba y el grupo de control es de 13.7, esta puntuación puede significar el que un estudiante apruebe o fracase una materia. Por otro lado, al utilizar el tutor la diferencia entre la menor y la mayor nota obtenida se hizo más pequeña.

Es importante destacar que con el uso del tutor se logra una mayor uniformidad en lo que se refiere a la asimilación del material y el aprendizaje de los estudiantes para su posterior desempeño en las pruebas.

### 3.4 Comprobación de hipótesis

Posterior al análisis de resultados es importante repasar las hipótesis establecidas en nuestra investigación para comprobar su validez. La primera hipótesis planteada en nuestro estudio es: “El desempeño académico de los estudiantes

que no usan el STI supone entre un 80 % y un 90 % del grado de valoración total del curso”. Al observar los datos obtenidos en el estudio comparativo del grupo de control versus el grupo experimental es claramente observable que este planteamiento resulta falso debido a que los datos estadísticos muestran que la media de las calificaciones obtenidas por el grupo no se encuentra entre el 80 % y el 90 % de la valoración del curso siendo la media de las calificaciones obtenidas por el grupo es de 74.1 a pesar de que algunos estudiantes obtuvieron calificaciones mayores al rango propuesto.

La segunda hipótesis del trabajo de investigación enuncia que “La implementación del STI mantendrá o mejorará el desempeño académico de los estudiantes en al menos 5 %”. Esta proposición se comprueba correcta debido al consistente grado de mejoría presentado por el grupo experimental que utilizó el tutor como apoyo en sus estudios. En este caso podemos ver que la diferencia entre la media de las calificaciones de ambos grupos es de 13.7 puntos. Dado que las evaluaciones de los cursos se realizan en base a 100 puntos se puede decir que esto se traduce directamente en un 13.7 % de aumento en el desempeño con respecto a la calificación base.

La última hipótesis plantea lo siguiente: “El uso del STI como herramienta de apoyo ofrecerá más oportunidades que amenazas”. Al finalizar la primera parte de la investigación y teniendo los datos de la encuesta podemos afirmar que esta hipótesis es correcta. Los datos referentes al nivel de aceptación de la implementación de un Sistema Tutor Inteligente como herramienta de apoyo así como el nivel de confianza que tiene los estudiantes en la misma demuestran que es una idea ampliamente aceptada. El nivel de acceso a internet por parte del estudiantado es bastante alto, lo que facilita la implementación del sistema.

Si comparamos el grado de asimilación que los estudiantes respondieron tener con respecto al método de enseñanza tradicional con los resultados obtenidos por parte del grupo de control se observa que cierta discrepancia, sin embargo es notable que aunque existe un buen

desempeño por parte de los estudiantes que afirmaron asimilar bien el material, al observar las calificaciones individuales también existe una correspondencia en el número de estudiantes que afirmaron no entender del todo el material tratado en clase.

Es notable que el uso del STI mejorará el desempeño de los sujetos en las pruebas realizadas, esto es un indicador de que la herramienta funciona y de que representa grandes oportunidades con respecto a la mejoría del proceso de enseñanza y aprendizaje.

### 3.5 Resultados de investigación

Como resultados de esta investigación encontramos que el desempeño de los estudiantes de un grupo determinado siguiendo el método de enseñanza tradicional resulta desigual, esto debido al hecho de que no todos pueden aprender de la misma manera. Al ver los resultados de los estudiantes que utilizaron el tutor se puede notar un nivel más elevado de desempeño así como un mayor balance entre las calificaciones obtenidas.

## 4. Consideraciones finales

De los resultados obtenidos al integrar los Estilos de Aprendizajes a los Sistemas Tutoriales Inteligentes se presentan los siguientes hechos de importancia relevante como información obtenida del análisis del trabajo.

En lo referente al concepto de Sistema Tutor Inteligente se indica que el desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente involucra un estudio integral del material necesario para la tutoría a impartir, pero además, es sumamente necesario apoyarse en los estudios de metodologías de enseñanza y de métodos de evaluación, técnicas de programación de inteligencia artificial y procedimientos estructurados de desarrollo de software. Se llega a esta afirmación por el hecho de que al inicio del trabajo se pensaba que el desarrollo de una herramienta de este tipo consistiría en patrones estrictamente fijados en los procedimientos estructurales de la ingeniería de software, pero al avanzar, se percató de que es sumamente necesario apoyarse de las ciencias educativas como lo son la psicopedagogía y la psicología cognitiva. Esto se hace presente en

la necesidad de comprender como aprenden las personas, para entonces poder hacer uso de las herramientas, lenguajes y algoritmos apropiados, para poder crear un entorno de enseñanza apropiado. Si bien es cierto que no se hizo uso de mucho material en este campo, se ve como una fuente de posibles mejoras potenciales sustanciosas para una herramienta de esta naturaleza.

Un Sistema Tutor Inteligente debe ser capaz de manejar tanto datos como conocimiento de manera muy especial para cada caso [18]. Para el caso de este proyecto, se puede observar que el Sistema Tutor Inteligente está embebido dentro de una plataforma de manejo de contenido de aprendizaje, muy similar al de tipo moodle, aunque mucho más limitado. El manejo de datos se ha destinado completamente a una base de datos relacional, lo que limita el alcance que pueda dársele a un modelo de uso de conocimiento. Conscientes de que este sistema carece de ciertas facilidades para el manejo de conocimiento [19], al combinar de manera adecuada el modelo de base de datos relacional junto a una plataforma de integración con Blogs puede simularse fácilmente la elección del tipo de aprendizaje para el contenido.

Uniendo ambas tecnologías se crea una herramienta mucho más poderosa que puede abarcar contenido mucho más amplio dentro de varios campos del conocimiento. Son muchas las oportunidades que ofrece una plataforma sobre la cual se puedan implementar métodos personalizados de enseñanza para varios módulos suponen un apoyo poderoso a cualquier institución con necesidades de tutoría masiva [20]. Evidentemente, una herramienta completa con todas las facilidades y con el enfoque adecuado a su contexto, puede habilitar poderosos módulos de enseñanza para casi cualquier tipo de institución educativa o con necesidad de tutoría de algún tipo.

Las grandes universidades del mundo han iniciado su programa para ofrecer conocimiento mediante diversos sistemas de tutoría [21], algunos conteniendo el aspecto de la inteligencia y capacidad de respuesta, pero esto no significa que no pueda aplicarse este tipo de sistemas

a instituciones de nivel media, bajo ciertos parámetros de regulación. En la actualidad, la tecnología ofrece cada vez más facilidades, por lo que el potencial de expansión y cobertura de la misma crece con rapidez.

Al aceptar el reto de realizar una implementación de este tipo es necesario hacer cambios más puntuales en la metodología de enseñanza que involucren la estructura de la institución, llevándola a enfocarse en un sistema en el que el profesor trabaje en conjunto con el sistema, para llevar el conocimiento de manera eficaz al alumno.

De cierto modo, al llevar a cabo la labor investigativa se trató de considerar algunos puntos de suma importancia para diseñar el Sistema Tutor Inteligente, se percató de que hay muchos factores o posibilidades de mejora potencial que se escapan de las manos por tratar de integrar una herramienta al modelo educativo ya existente. Verbigracia, la universidad ya utiliza un sistema moodle en el cual los docentes preparan su material de curso, para que los estudiantes puedan acceder de manera fácil y organizada a los mismos, sin embargo en la práctica real, se presentan casos en los que los docentes no utilizan dicho recurso, en ocasiones porque va en contra de su metodología de enseñanza, por atribuirle poca importancia, falta de costumbre o limitaciones de la naturaleza del conocimiento.

Ya se presentaron algunos hechos de importancia relevante como información obtenida del análisis del trabajo en lo referente al concepto de Sistema Tutor Inteligente. Ahora, se verán los aspectos en lo referente a los datos obtenidos. El estudiante está dispuesto a aceptar nuevas tecnologías y herramientas que los ayuden a aprender más y a desempeñarse mejor en sus estudios y pruebas.

Considerando que a pesar de ser una muestra muy pequeña como para considerarse una opinión generalizada, muchos de los estudiantes presentaron interés y cuestionaron con curiosidad el propósito e inclusive el funcionamiento de la herramienta. Estos aportes dan un buen panorama, aunque por supuesto

si se desea llevar a cabo una implementación a nivel de facultad, la encuesta debe haberse enfocado en ese mismo nivel.

Se tiene la ventaja que el acceso a internet no es un problema, por lo que se puede llevar el uso de la plataforma a los hogares de los alumnos, para complementar lo aprendido durante el horario de clases. Lo que a futuro se podrían implementar diseños para acceder al sistema con otros dispositivos y plataformas, como teléfonos celulares y tabletas. Otra de las ventajas del diseño web es que al ser una plataforma universal puede fácilmente integrarse por medio de la alta adaptabilidad de la misma en una gran cantidad de dispositivos, teniendo como requisito principal el acceso a internet. Se reafirma el hecho de que la cantidad de estudiantes encuestados no es para nada la indicada para la encuesta en cuestión, sino en asuntos internos del uso del tutor fuera de la universidad.

La facilidad con la que cuenta la universidad de brindar acceso a internet a sus estudiantes beneficia enormemente a la posibilidad de integración del Sistema Tutor Inteligente al mismo. Ahora bien, en el uso del Sistema Tutor Inteligente las pruebas de desempeño registraron una mejoría en la asimilación del material y una normalización en las notas obtenidas. Esto demuestra el éxito de la aplicación y su utilidad real al optimizar el proceso de enseñanza – aprendizaje.

En lo referente a los resultados obtenidos en el uso de la aplicación que integra los Estilos de Aprendizajes a los Sistemas Tutoriales Inteligentes, se ha registrado una mejoría en el nivel de desempeño académico del grupo de prueba a pesar de las leves estimaciones realizadas. Resultó interesante el hecho de que, a pesar de que la herramienta ha facilitado en alguna manera una mejora de su nivel académico, hay muchos factores a tomar en cuenta para dar una conclusión definitiva. Finalmente, es necesario mencionar que la implementación de cualquier tecnología nueva dentro de un campo tan delicado como la educación requiere más estudios profundos, la realización de este trabajo es el primer paso hacia la posible renovación y

mejoramiento de la enseñanza en nuestro país. Se hace necesario el debido entrenamiento y acondicionamiento del personal docente de las instituciones, para que logren ver este tipo de herramientas como apoyos y no como amenazas y lograr trabajar en pro del verdadero objetivo final que es la educación y capacitación de futuro recurso humano y de emprendedores.

Adicionalmente, se requiere una infraestructura que permita la implementación de las tecnologías nuevas y que facilite el acceso a los alumnos, programas que permitan llevar los recursos a estudiantes que tengan dificultades para llegar a ellos.

Cada uno de estos puntos puede y debe ser objeto de investigaciones futuras que ayudarán a expandir el impacto de este proyecto, puesto que la tecnología es una herramienta muy poderosa, pero su verdadero impacto y utilidad depende de la integración que se pueda llegar a tener con la misma de manera que responda a las necesidades actuales y que resultan de gran ayuda al sistema educativo.

Las recomendaciones al proyecto que se presentan están fundamentadas en base a los datos logrados para su desarrollo, los resultados obtenidos y las expectativas futuras del mismo si se desea continuar con el desarrollo del Sistema Tutor Inteligente (a) implementar un módulo que permita al sistema aprender acerca de las necesidades del estudiante – usuario en base a los resultados obtenidos en las diferentes pruebas y evaluar si se requiere un replanteamiento de la manera en la que se despliega el contenido para éste, (b) adaptar la plataforma a dispositivos móviles, esto permitirá cubrir un mayor espectro de usuarios así como garantizar de manera más fiable que la aplicación se pueda utilizar en cualquier lugar. Beneficiando el auge de los teléfonos inteligentes y las tablets se puede alcanzar un mayor número de estudiantes y mejorar la aceptación de la plataforma, (c) inculcar el uso de estas tecnologías no sólo a los estudiantes, también a los docentes.

Un Sistema Tutor Inteligente no son un reemplazo al docente, por el contrario son una herramienta de apoyo que puede mejorar la

labor de enseñanza, (d) implementar un módulo de evaluación del contenido aprendido de manera automatizada, de tal forma que el tutor será capaz de dar seguimiento al conocimiento que el estudiante ha obtenido de manera automática y de esta manera podrá reforzar aquellos campos donde se encuentre alguna deficiencia, (e) ampliar los estilos de aprendizaje de los estudiantes como punto de partida para reflexionar sobre el proceso de enseñanza, y (f) ampliar el desarrollo del Sistema Tutor Inteligente a estudiantes con discapacidades.

## REFERENCIAS

- [1] Dipaolo, r.E., Graesser, a.C., Hacker, D.J., White, H.A., y TRG (Tutoring Research Group) (2002). Hints in human and computer tutoring. In M. Rabinowitz (Ed.), *The impact of media on technology of instruction*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- [2] Mitrovic, A. (2003) An intelligent Sql tutor on the Web *Int. J. Artificial Int. in Education*, vol. 13, no. 2-4, 173-197.
- [3] Clancey, W. J. (1991). Intelligent tutoring systems: A tutorial survey, en *Applied Artificial Intelligence: A Sourcebook*. McGraw-Hill.
- [4] RUSSELL, S. Y NORVIG, P. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2nd Edition). Prentice Hall.
- [5] Mitrovic, A., Suraweera, P., Martin, B., Zakharov, K., Milik, N., Holland, J. (2006) Authoring constraint-based tutors in ASPIRE. M. Ikeda, K. Ashley, and T.-W. Chan (Eds.): *ITS 2006, LNCS 4053*, pp. 41-50.
- [6] Salgueiro, F. A, Costa, G., Cataldi, Z., García Martínez, R. y Lage, F. J. (2005a). *Sistemas inteligentes para el modelado del tutor*. GCETE'2005, Global Congress on Engineering and Technology Education. marzo 13-15.
- [7] Nilsson, N. (1998) *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Morgan Kaufmann Publishers.
- [8] M.L. Bernard, and T.E. Goldsmith (Eds.), *Cognitive systems: Human cognitive models in systems design*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- [9] Salgueiro, F., Costa, G., Cataldi, Z., Lage, F. y García-Martínez, R. (2005). *Redefinition of Basic Modules of an Intelligent Tutoring System: The Tutor Module*. *Proceedings del VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Pág. 444-448.
- [10] Graesser, A.C., Chipman, P., Haynes, B.C. y Olney, A. (2005). *AutoTutor: An intelligent tutoring system with mixed-initiative dialogue*. *IEEE Transactions in Education*, 48, 612-618.
- [11] Graesser, A.C., Olney, A., Haynes, B.C. y Chip-Man, P. (2005). *AutoTutor: A cognitive system that simulates a tutor that facilitates learning through mixed-initiative dialogue*. In C. Forsythe,
- [12] Costa, G.; Salgueiro, F. A., Cataldi, Z., García Martínez, R. y Lage, F. J. 2005. *Sistemas inteligentes para el modelado del estudiante* Proc. GCETE'2005, Global Congress on Engineering and Technology Education CD. marzo 13-15.
- [13] Matsuda, N., & Vanlehn, K. (2005, to appear). *Advanced Geometry Tutor: An intelligent tutor that teaches proof-writing with construction*. In Proc. of The 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education. (acceptance rate: 0.31)
- [14] VANlehn, K (1988). *Student Modelling*. M. Polson. *Foundations of Intelligent Tutoring systems*. Hillsdale. N.J. Lawrence Erlbaum Associates, 55-78.
- [15] Giraffa, L.M.M.; Nunes, M. A.; Viccari, R.M. (1997) *Multi-Ecological: an Learning Environment using Multi-Agent architecture*. Proc. MASTA'97: Coimbra: DE-Universidade de Coimbra.
- [16] Wolf, B. (1984). *Context Dependent Planning in a Machine Tutor*. Ph.D. Dissertation, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts.
- [17] Salgueiro, F., Cataldi, Z., García-Martínez, R. (2005). *Estilos Pedagógicos en el Modelado del Tutor para Sistemas Tutores Inteligentes*. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales* 2(4):70-79.
- [18] Davis, L. (1991). *Handbook of Genetic Algorithms*. New York. Van Nostrand Reinhold.
- [19] Salgueiro, F; Costa, G., Cataldi, Z., Lage, F., García-Martínez, R. (2005). *Redefinition of basic modules of an intelligent tutoring system: the tutor module*. WICC 2005. WICC 2005. 13 y 14 de mayo. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba. RED UNCI.
- [20] Matsuda, N., Cohen, W. W., & Koedinger, K. R. (2005). *Applying Programming by Demonstration in an Intelligent Authoring Tool for Cognitive Tutors*. In AAAI Workshop on Human Comprehensible Machine Learning (Technical Report WS-05-04) (pp. 1-8). Menlo Park, CA.
- [21] Shah, F. (1997). *Recognizing and Responding to Student Plans in an Intelligent Tutoring System: Circsim-Tutor* Ph.D. tesis, Illinois Institute of Technology.