

DESARROLLO DE UN SISTEMA TUTOR INTELIGENTE: MÓDULO DEL ESTUDIANTE

Ing. Sayuri Vianney De la Cruz Ramos¹, Dra. Miriam Martínez Arroyo²,
Dr. José Antonio Montero Valverde³ y M.T.I. Eloy Cadena Mendoza⁴

Resumen— En el presente trabajo se muestran los avances en el desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente (STI) con una arquitectura típica, conformada por *Módulo del Dominio*, *Módulo del Tutor* y *Módulo del Estudiante*. Particularmente nos enfocamos al desarrollo del Módulo del Estudiante, para la detección de los *Estilos de aprendizaje*, *Estado de conocimiento* y *Perfil Psicosociológico*. Para crear la clasificación dentro de los canales de aprendizaje se utilizan las Redes bayesianas, con las cuales se crean escenarios aptos para la evaluación del estudiante, los cuales son el fundamento para cualquier materia de enseñanza. Para la tarea antes mencionada, se optó por usar la herramienta GeNie, que permite modelar el comportamiento del estudiante.

Palabras clave— *Sistema Tutor Inteligente, Módulo del Estudiante, Redes Bayesianas, Estilos de Aprendizaje, Estado de Conocimiento.*

Introducción

La poca inclusión de herramientas que nos proporcionan las nuevas tecnologías para mejorar el desempeño en la educación, es una de las principales causas de la poca comprensión, asimilación y avance de conocimientos por parte de los alumnos.

Existen diversas herramientas educativas enfocadas a optimizar el aprendizaje, sin embargo, en muchas universidades no optan por utilizarlas por falta de apertura o conocimiento acerca de éstas. Una de estas herramientas son los Sistemas Tutores Inteligentes, son programas de computadora que modelan los estados psicológicos, nivel de conocimiento, características, gustos y preferencias de los estudiantes para proporcionarles instrucción individualizada.

Con este entorno virtual propuesto, los estudiantes tendrán las herramientas necesarias para incrementar y mejorar su aprovechamiento escolar en cualquier materia de enseñanza, de esta forma se atenderá la problemática planteada anteriormente.

Los Sistemas Tutores Inteligentes comenzaron a desarrollarse en los años ochenta con la idea de poder impartir el conocimiento usando alguna forma de inteligencia para poder asistir y guiar al estudiante en su proceso de aprendizaje. Se buscó emular el comportamiento de un tutor humano, es decir a través de un sistema que pudiera adaptarse al comportamiento del estudiante, identificando la forma en que el mismo resuelve un problema a fin de poder brindarle ayudas cognitivas cuando lo requiera. (Cataldi Zulma, 2009).

La educación en la actualidad, ha cambiado y evolucionado de manera vertiginosa. Es por eso que los estudiantes necesitan métodos y técnicas de enseñanza específicos, para generar un mejor aprendizaje de acuerdo a sus necesidades.

Los Sistemas de Enseñanza Asistida por Ordenador fueron evolucionando de forma notoria, hasta llegar a los que hoy conocemos como Sistemas Tutores Inteligentes, los cuales comenzaron a aparecer en los años 70 y poseían una base muy sólida con respecto a lo que debían saber con respecto a la enseñanza: qué enseñar, cómo enseñarlo y qué es lo que el alumno sabe.

Un Sistema Tutor Inteligente actúa como un tutor particular del estudiante, por lo que debe poseer libertad para actuar de acuerdo a las necesidades del estudiante. Por ese motivo se busca diseñar un sistema adaptable de acuerdo a los gustos, preferencias, conocimientos previos y a la capacidad de evolución de cada estudiante, así como a las concepciones epistemológicas que subyacen en las prácticas de enseñanza.

¹ Ing. Sayuri Vianney De la Cruz Ramos es Estudiante de Maestría en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero, sayury_sv@hotmail.com

² Dra. Miriam Martínez Arroyo, Profesora de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero, miriamma_ds@hotmail.com

³ Dr. José Antonio Montero Valverde, Profesor de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero jamontero1@infinitummail.com

⁴ M.T.I. Eloy Cadena Mendoza, Profesor de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero, Eloy_cadena@yahoo.com

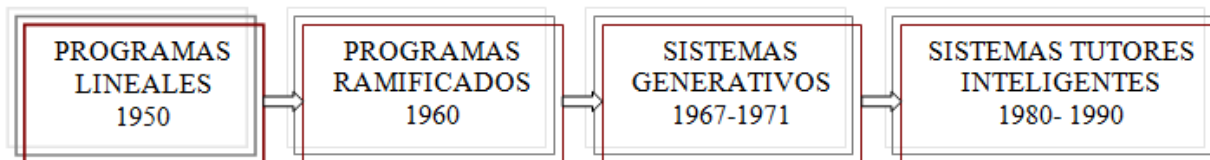


Fig. 1. Evolución de los Sistemas de Enseñanza.

Descripción del Método

Arquitectura de un Sistema Tutor Inteligente (STI)

El STI está conformado por tres módulos, los cuales son: Módulo de Dominio, Módulo del Tutor y Módulo del Estudiante.

- 1) Módulo del Tutor. El Módulo Tutor del STI es quien define y aplica una estrategia pedagógica de enseñanza, contiene los objetivos a ser alcanzados y los planes utilizados para alcanzarlos. Selecciona los problemas, monitorea el desempeño, provee asistencia y selecciona el material de aprendizaje para el estudiante. Integra el conocimiento acerca del método de enseñanza, las técnicas didácticas y del dominio a ser enseñado. Consta de: a) Protocolos Pedagógicos: almacenados en una base de datos, con un gestor para la misma, b) Planificador de Lección: que organiza los contenidos de la misma y c) Analizador de Perfil: analiza las características del alumno, seleccionando la estrategia pedagógica más conveniente.
- 2) Módulo del Dominio. El Módulo Dominio tiene el objetivo global de almacenar todos los conocimientos dependientes e independientes del campo de aplicación del STI. Entre sus submódulos están los siguientes: a) Parámetros Básicos del Sistema: los cuales se almacenan en una base de datos, b) Conocimientos: son los contenidos que deben cargarse en el sistema, a través de los conceptos, las preguntas, los ejercicios, los problemas y las relaciones, c) Elementos Didácticos: Son las imágenes, videos, sonidos, es decir material multimedia que se requiere para facilitarle al alumno apropiarse de conocimiento en la sesión pedagógica.
- 3) Módulo del Estudiante. El Módulo Estudiante del STI tiene por objetivo realizar el diagnóstico cognitivo del alumno, y el modelado del mismo para una adecuada retroalimentación del sistema. Para el módulo estudiante se han planteado los siguientes submódulos: Estilos de aprendizaje, Estado de conocimientos y Perfil Psicosociológico.

En este caso, el módulo a desarrollar y en el cual se trabajará es el Módulo del Estudiante. El Módulo Estudiante del STI tiene por objetivo realizar el diagnóstico cognitivo del alumno y el modelado del mismo para una adecuada retroalimentación del sistema. Este módulo se divide en tres submódulos principales:

- a) Estilos de aprendizaje: Está compuesto por una base de datos con los estilos de aprendizajes disponibles en el sistema, los métodos de selección de estilos y las características de cada uno de ellos. Un estilo de aprendizaje es la forma de clasificar el comportamiento de un estudiante de acuerdo a la manera en que toma la información, forma las estrategias para aprender, cómo entiende y cómo le gusta analizar la información que está utilizando para acceder a un conocimiento determinado. En otras palabras, es una forma de agrupar o clasificar un estudiante de acuerdo a un perfil en relación con la información, ya que este estilo evoluciona y cambia de acuerdo a las variables de entorno y ambientales que afectan al estudiante.
- b) Estado de conocimientos: Contiene el mapa de conocimientos obtenido inicialmente a partir del módulo del dominio y que el actualizador de conocimientos irá modificando progresivamente a través de los resultados obtenidos en las evaluaciones efectuadas por el módulo del tutor quien le enviará dichos resultados procesados.
- c) Perfil psico-sociológico del estudiante: Para determinar el perfil psico-sociológico se usa la Teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner (1993, 2001) quien señala no existe una inteligencia única en el ser humano, sino una diversidad de inteligencias que evidencian las potencialidades y aspectos más significativos de cada individuo, en función de sus fortalezas y debilidades para la expansión de la inteligencia. Señala que las inteligencias trabajan juntas para: a) resolver problemas cotidianos, b) crear productos o c) para ofrecer servicios dentro del propio ámbito cultural. (Cataldi Zulma, J. Lage Fernando, 2010).

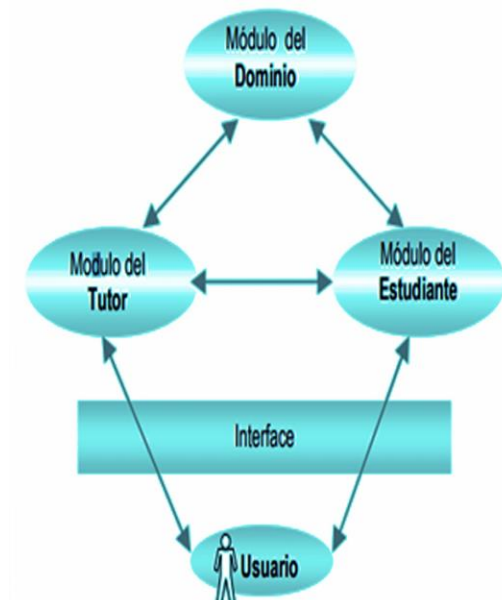


Fig. 2. Interacción de los Módulos de un Sistema Tutor inteligente.

Análisis y Diseño

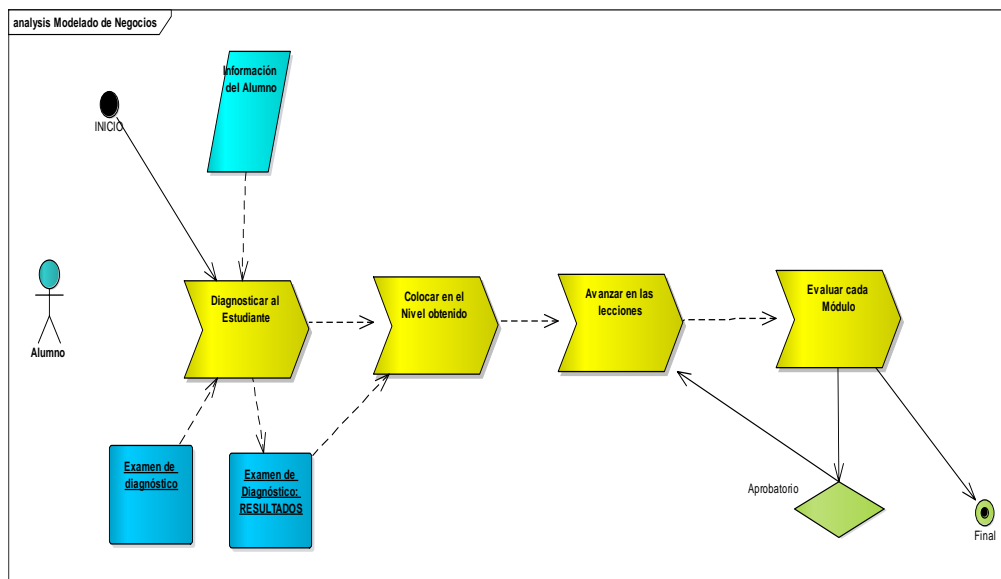


Fig. 4. Diagrama del Modelado de Negocios.

Modelado de Negocios

Descripción de los procesos del modelado de negocios:

- a) Diagnosticar al Estudiante: Se evalúa al estudiante a través de un Test, conformado de una serie de preguntas para detectar el Estado actual de Conocimiento.
- b) Colocar en el Nivel obtenido: De acuerdo al nivel obtenido, se sitúa al estudiante en el nivel correspondiente.
- c) Avanzar en las lecciones: Una vez detectado el Estado de conocimiento y situado en el nivel obtenido, se avanza en las lecciones de la materia que se haya elegido.
- d) Evaluar cada módulo: Cada lección, se evalúa como un módulo y se avanza o retrocede de acuerdo a si se aprueba o no las lecciones.

Una vez definido cómo está conformado el Sistema Tutor Inteligente y los módulos que a este componen, es importante resaltar tres aspectos esenciales para el desarrollo del presente trabajo, debido a que para tratar con la incertidumbre que suele estar presente en un proceso de aprendizaje se requiere del uso de las Redes Bayesianas, por otro lado también destacan los Estilos de Aprendizaje ya que son necesarios para que el sistema presente el material en base a las preferencias de cada uno de los alumnos y por último se incluyen los Test Adaptativos, ya que permiten al sistema conocer la preparación del alumno, es decir que tanto conoce o desconoce de un tópico determinado con la finalidad de posicionarlo en una etapa inicial o en una etapa media.

Redes Bayesianas

Las Redes Bayesianas son un método probabilístico que permiten describir y representar desde una perspectiva matemática y probabilística eventos y sucesos del mundo real todo esto con la ayuda de un conjunto de variables y relaciones de dependencia entre ellas. Una vez definida una red bayesiana el siguiente paso es realizar la inferencia bayesiana, es decir, estimar la probabilidad posterior de las variables no conocidas, en base a las variables conocidas. Las aplicaciones de las redes bayesianas son diversas, ya que permiten conseguir soluciones a problemas de decisión, en casos de incertidumbre. Principalmente se pueden utilizar para crear modelos para la clasificación, predicción, diagnóstico, etc.

En este caso particular las Redes Bayesianas se usan como Modelo de Clasificación, para generar la evaluación del conocimiento actual que posee el estudiante, con respecto a los temas que se enseñan; a esta evaluación se le conoce también como Estado de Conocimiento. En resumen, se genera el clasificador por medio de Redes Bayesianas, el cual será la base para realizar el Sistema Tutor Inteligente.

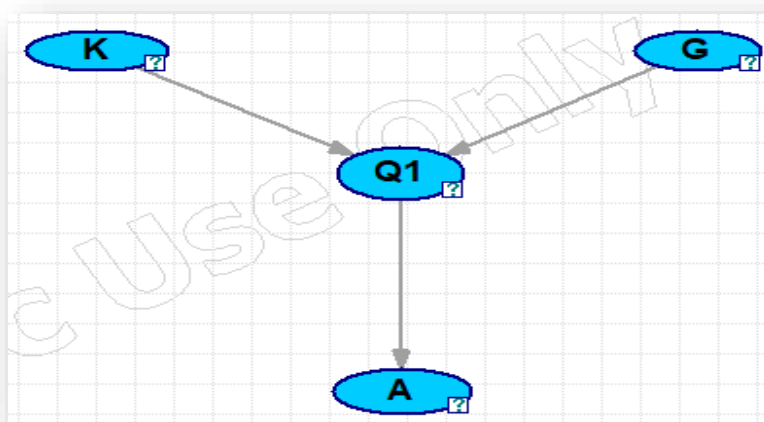


Fig. 3. Ejemplo de Red Bayesiana inicial del Modelado de una pregunta.

Estilos de Aprendizaje

Los siguientes conceptos fueron tomados del Manual de Estilos de Aprendizaje, diseñado en el año 2004, por la Dirección de Coordinación Académica, de la Dirección General del Bachillerato (Gómez, 2004).

En el manual se define que el término “estilo de aprendizaje” se refiere al hecho de que cada persona utiliza su propio método o estrategias para aprender. Aunque las estrategias varían según lo que se quiera aprender, cada persona tiende a desarrollar ciertas preferencias o tendencias globales, tendencias que definen un estilo de aprendizaje. Son los rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos que sirven como indicadores relativamente estables de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje. Los rasgos cognitivos tienen que ver con la forma en que los estudiantes estructuran los contenidos, forman y utilizan conceptos, interpretan la información, resuelven los problemas, seleccionan medios de representación (visual, auditivo, kinestésico), etc. Los rasgos afectivos se vinculan con la motivación y las experiencias que intervienen en el proceso de aprendizaje, mientras que los rasgos fisiológicos están relacionados con el género y ritmos biológicos.

La noción de que cada persona aprende de manera distinta a las demás, permite buscar las vías más adecuadas para facilitar el aprendizaje, sin embargo, se debe tener cuidado de no “etiquetar”, ya que los estilos de aprendizaje, aunque son relativamente estables, pueden cambiar; pueden ser diferentes en situaciones diferentes; son susceptibles de mejorarse; y cuando a los estudiantes se les enseña según su propio estilo de aprendizaje, aprenden con más efectividad (Gómez, 2004).

Test Adaptativos Informatizados (TAI)

La evaluación educativa es un proceso en el que se realizan inferencias sobre lo que el alumno sabe, basándose en evidencias derivadas de observaciones sobre lo que éste dice o hace en determinadas situaciones. La necesidad de disponer de mecanismos de evaluación efectivos es esencial dentro de cualquier proceso de instrucción. A través de la evaluación, es posible identificar lo que el alumno sabe, así como sus puntos fuertes y puntos débiles; observar su propio proceso de aprendizaje, y decidir en qué dirección dirigir ese proceso de aprendizaje. En McCormack y Jones (1997) se esbozan las líneas que deben ser seguidas durante el proceso de evaluación: Evaluar el conocimiento del alumno antes o durante una lección, estimular que el alumno contemple el material que ha estudiado, ofrecer al alumno la posibilidad de revisar los conceptos que ha estudiado, y facilitar la posibilidad de que éste pueda indicar si ha entendido los conceptos estudiados con suficiente claridad.

La idea fundamental de un Test Adaptativo es imitar de forma automática el comportamiento de un examinador (profesor). Esto es, si un examinador le presenta al alumno un ítem demasiado difícil para él, este dará una respuesta errónea y, por lo tanto, la siguiente vez, el examinador presentará una pregunta algo más fácil, y viceversa. En general, en los TAI, los ítems se muestran de uno en uno, y la presentación de cada ítem, así como la decisión de finalizar el test y la evaluación del alumno se toman dinámicamente, basándose en las respuestas del alumno. El objetivo final de un test adaptativo es diagnosticar el nivel de conocimiento del alumno.

Comentarios Finales

Resumen de Resultados

Aunado a los test adaptativos informatizados, se utilizan las redes bayesianas para dichos test, es por ello que lo primero que se define es el modelo estructural, es decir, qué variables forman parte de la red y qué tipo de relaciones existen entre dichas variables. Los nodos considerados son los siguientes:

- Nodos pregunta, que son representados por la letra P y que se podrán responder correcta o incorrectamente.
- Nodos concepto, tema y asignatura, representados por C, T y A, respectivamente, y que se considerarán sabidos o no sabidos.

Los tipos de relaciones son:

- Relaciones concepto-pregunta: Considerando que conocer un determinado concepto influirá positivamente en contestar adecuadamente una pregunta relacionada con él, y no conocerlo influirá en contestarla incorrectamente.
- Relaciones de prerequisite: Se establecen entre los conceptos, entre los temas, o bien entre tema y concepto. Se considera que el conocimiento de un concepto (o tema) es condición indispensable para el conocimiento de un concepto (o tema) que tiene al anterior como prerequisite.
- Relaciones de agregación: Aquí, a partir de la probabilidad de conocer cada uno de los conceptos de un tema, se construye una calificación para el tema, y a partir de éstas, una calificación global de la asignatura.

La representación gráfica de las redes bayesianas del TAI, se muestra en la Fig. 4:

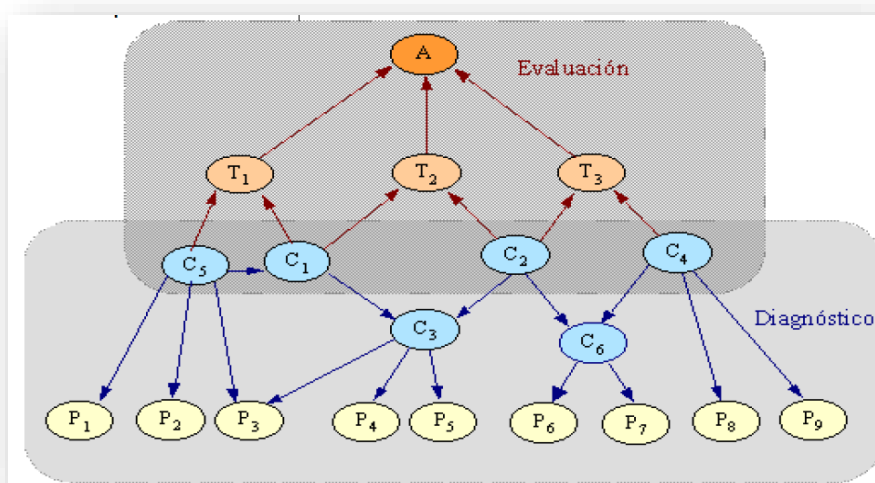


Fig. 4. Modelo Estructural de la Red Bayesiana.

Esta red se divide en dos partes, las cuales son:

- La parte en la que aparecen conceptos y preguntas, que es la parte de la red bayesiana que se utilizará para, a partir de las respuestas del alumno, inferir qué conceptos domina y cuáles no domina.
- La parte en la que aparecen conceptos, temas y el nodo asignatura, que se utilizará para, a partir de la probabilidad de saber cada concepto, proporcionar una calificación para cada tema y cada asignatura.

Una vez determinado el tipo de nodos y las relaciones entre ellos, se especifican los parámetros. Es bien conocido que el problema de la especificación de los parámetros es uno de los problemas más difíciles en redes bayesianas lo cuales se pueden determinar en base a encuestas, estadísticas y/o de manera arbitraria según sea el caso. Para facilitar su obtención en este caso, proponemos lo siguiente:

- La probabilidad a priori de saber cada concepto: Si se dispone de alguna información del alumno que va a tomar el test, se puede utilizar esta información. En caso contrario, se puede decir que, para cada concepto, es igualmente probable que el alumno lo conozca o no, y, con este argumento, partir de una distribución uniforme.
- Para las relaciones de prerrequisito se tiene que dar la probabilidad condicionada de o dado que se conocen o no sus prerrequisitos. Esta probabilidad será cero o dado que se conocen o no sus prerrequisitos. Esta probabilidad será cero si alguno de los prerrequisitos no es conocido. En caso de que todos ellos sean conocidos, será un número que reflejará qué parte del conocimiento "nuevo" es distinta del conocimiento de sus prerrequisitos.
- Para las relaciones de agregación (que se utilizarán en la evaluación del alumno) aquí, el profesor dará un peso que cuantificará la importancia que tiene cada tema dentro de la asignatura (o la de cada concepto dentro de un tema). La probabilidad condicionada se construirá a partir de una suma ponderada de dichos pesos.

Conclusiones

A partir de la creación de la estructura general de las Redes Bayesianas para conformar el inicio de la aplicación del Test Adaptativo Informatizado, se genera la Evaluación del Conocimiento del estudiante por medio de las iteraciones necesarias a través de dichas Redes. Esta es sólo una parte del Módulo del Estudiante, aún se deben determinar también los Estilos de aprendizaje. Este proyecto aún continúa realizándose, presentando aquí únicamente las bases del mismo, es decir, la fase de inicialización de su creación.

Referencias

- Cataldi Zulma, "Sistemas tutores inteligentes orientados a la enseñanza para la comprensión", Buenos Aires, Argentina, 2009.
- Cataldi Zulma, J. Lage Fernando, "Modelado del Estudiante en Sistemas Tutores Inteligentes", 2010.
- Gómez Navas Chapa Leonardo, "Manual de Estilos de Aprendizaje", Dirección de Coordinación Académica, de la Dirección General del Bachillerato, 2004.
- McCormack Colin, Jones David, "Building a Web-Based Education System", 1997.
- Millán Valdeperas Eva, "Sistema bayesiano para modelado del alumno", *Tesis doctoral*, Universidad de Málaga, mayo del 2000.
- Rivera Lozano Miller, "El papel de las redes bayesianas en la toma de decisiones", Universidad del Rosario, Colombia, 2011
- Sucar Luis Enrique, Redes Bayesianas, INAOE, Puebla, México.
- Wainer Howard, "Computerized Adaptive Testing: A primer", 2000.

Notas Biográficas

La **Ing. Sayuri Vianney De la cruz Ramos** es Estudiante de Maestría en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero, institución de la cual es egresada.

La **Dra. Miriam Martínez Arroyo**, es Profesora de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero.

El **Dr. José Antonio Montero Valverde**, es Profesor de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero.

El **M.T.I. Eloy Cadena Mendoza**, es Profesor de la MSC en el Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Acapulco, Guerrero.