

Sistema tutor inteligente para la enseñanza de la programación orientada a objetos con el lenguaje C#

Roberto J. Estrada Benavides, Laura Villavicencio Gómez y Boris A. Aranda Benítez

Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero (UTRNG),
Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ),
Calzada Tecnológico no. 27 col. Centro, Zacatepec, Morelos, México
baaranda@yahoo.es

Resumen Con la finalidad de proporcionar a los docentes de la carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero una herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje se plantea la creación de una herramienta de software que sea capaz de dar tutoría sobre algún contenido temático de las materias que conforman el plan de estudios, de la misma manera en que lo realiza un especialista de la materia, proporcionando una serie de objetos de aprendizaje que permita a los alumnos lograr un aprendizaje significativo sobre la técnica de la Programación Orientada a Objetos. Se hace uso de las nuevas tecnologías de acceso a datos y herramientas de modelado de entidades además de la estructura de los sistemas tutores inteligentes para hacer posible su creación e implementación en los equipos de cómputo de los laboratorios del campus de la UTRNG ubicada en la ciudad de Iguala de la Independencia Guerrero.

Palabras clave: Sistema Tutor Inteligente, Inteligencia Artificial, Enseñanza-aprendizaje.

1. Introducción

El avance que han sufrido las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en los últimos años, ha impactado la educación y plantea nuevos requerimientos en los planes y programas de estudio en general sobre todo en los procesos de enseñanza en particular. Dentro del sector educativo el uso de las TIC ha cambiado la forma en que se desarrolla el proceso de Enseñanza-Aprendizaje, el uso apropiado de las TIC en la educación puede facilitar el aprendizaje de cualquiera de las materias y desarrollo de habilidades en los estudiantes. Asimismo desde un punto de vista específicamente instructivo, las experiencias de enseñanza desarrollada con las TIC han demostrado ser más motivantes para los alumnos y eficaces en el logro de ciertos aprendizajes comparada con los procesos tradicionales de enseñanza, basados en la tecnología impresa.

En su continuo esfuerzo por mejorar la calidad de sus alumnos la UTRNG busca implementar diversos mecanismos que le permitan entregar a las empresas profesionistas mejor preparados, una de estas alternativas es la implementación a corto plazo de los Sistemas Tutores Inteligentes (STI's) para apoyar en el proceso de aprendizaje de las materias que componen la curricula de las carreras que ofrece la

UTRNG, buscando en un futuro no muy lejano poder ofrecer a la población estudiantil del país el estudio de sus diferentes carreras vía Web.

2. Sistemas tutores inteligentes (STI)

El propósito del STI es presentar un comportamiento similar al de un tutor humano, que se adapte a las necesidades del estudiante, identificando la forma en que el mismo resuelve un problema para poder brindarle ayuda cuando cometa errores. Las interacciones entre el alumno y el docente, están enmarcadas en las teorías de aprendizaje y de enseñanza aplicables a dicha interacción, lo que brinda un marco teórico al problema citado, donde no solo es importante el conocimiento que debe ser facilitado por el docente hacia el alumno, sino que cobra importancia la forma en la que este conocimiento es presentado, ya que se pretende mejorar el proceso de adquisición y construcción de conocimiento.

Un Tutor Inteligente, por lo tanto: “es un sistema de software que utiliza técnicas de Inteligencia Artificial (IA) para representar el conocimiento e interactúa con los estudiantes para enseñárselo” (Wenger, 1987). Wolf (1984) define los STI como: “sistemas que modelan la enseñanza, el aprendizaje, la comunicación y el dominio del conocimiento del especialista y el entendimiento del estudiante sobre ese dominio”. Giraffa (1997) los delimita como: “un sistema que incorpora técnicas de IA a fin de crear un ambiente que considere los diversos estilos cognitivos de los alumnos que utilizan el programa”.

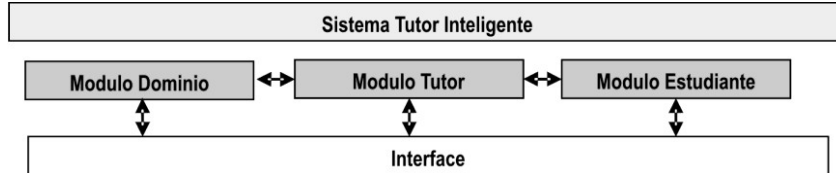


Fig. 1. Estructura de un STI por Carbonell (1970).

La estructura general de un STI ver Fig.1 con la división de los submódulos en funciones específicas soporta una configuración distribuida.

El **Modulo Tutor** del STI 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.

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. Se han planteado para el Módulo estudiante los siguientes submódulos (ambos almacenan los datos en una Base de Datos del Estudiante, con un gestor para la misma).

- **Estilos de aprendizaje:** compuesto por una base de datos con los estilos de aprendizajes disponibles en el sistema.

- **Estado de conocimientos:** contiene el mapa de conocimientos obtenido inicialmente a partir del módulo del dominio y que progresivamente el actualizador de conocimientos irá modificando a través de los resultados obtenidos en las evaluaciones.
- El **Módulo Dominio** tiene el objetivo global de almacenar todos los conocimientos dependientes e independientes del campo de aplicación del STI. Básicamente deberá tener los submódulos siguientes:
 - Parámetros Básicos del Sistema: los cuales se almacenan en una base de datos.
 - Conocimientos: son los contenidos que deben cargarse en el sistema, a través de los conceptos, las preguntas, los ejercicios, los problemas y las relaciones.
 - 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. Planteamiento del problema

Dentro de la UTRNG el aprendizaje de la Programación de Computadoras y mas aún la Programación Orientada a Objetos no ha logrado ser lo suficientemente significativo para los estudiantes debido a diversos factores tales como la pasividad de los alumnos, el poco tiempo que se les proporciona dentro de los laboratorios, catedráticos que no cuentan con la experiencia en esta técnica de programación entre otras causas, esto se ha reflejado en un alto índice de reprobación que se ha registrado al impartir esta materia, además de que los estudiantes que logran acreditar tienen deficiencias marcadas al aplicar esta técnica de programación a los problemas de la vida real.

Los tutores humanos deben ser expertos en dos aspectos: en el conocimiento técnico y en el área de tutorías y tiene un rol compuesto de tres aspectos fundamentales: diagnostican los problemas del estudiante, planean la retroalimentación y se comunican con los estudiantes, con base a lo anterior las preguntas que surgen son: ¿Cómo logra un tutor humano un aprendizaje realmente significativo en sus estudiantes? ¿Qué métodos o técnicas permiten una participación activa del alumno? ¿Cómo minimizar el índice de reprobación en las materias de Programación? ¿Existe una forma de mejorar el aprendizaje de la Programación Orientada a Objetos?

4. Objetivo general

Proporcionar una herramienta de apoyo a los catedráticos y a los estudiantes de la Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero para la enseñanza de la Programación Orientada a Objetos mediante el desarrollo de un Sistema Tutor Inteligente basado en Objetos de Aprendizaje.

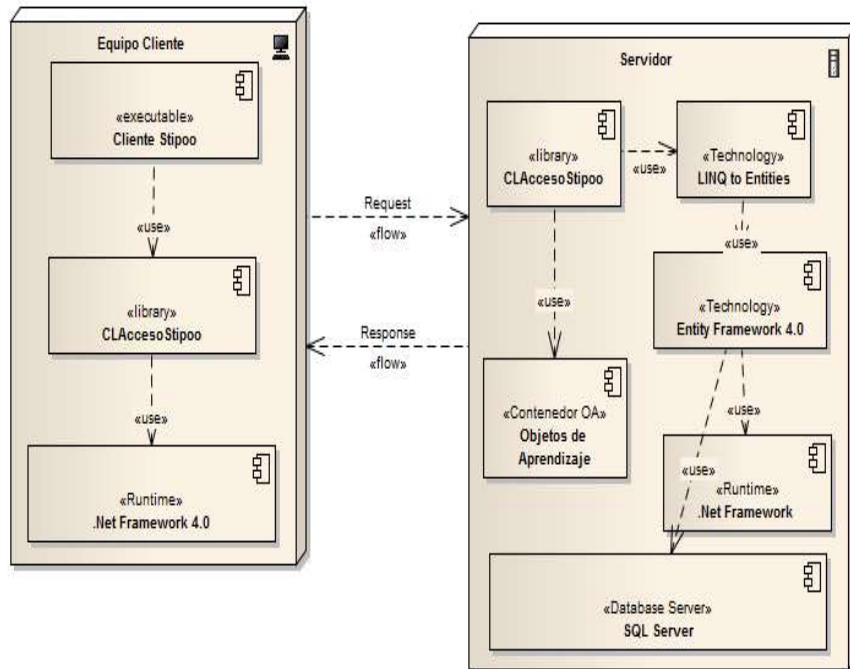


Fig. 2 Diseño General del STI.

5. Objetivos específicos

- Brindar a la comunidad estudiantil de la UTRNG un especialista en Programación Orientada Objetos en el día y el horario que alumno lo requiera.
- Facilitar la asesoría a los alumnos.
- Diagnosticar aspectos en los que algún alumno requiera apoyo y brindarle el material necesario.
- Disminuir el índice de reprobación en la asignatura de Programación Avanzada mediante el uso de esta herramienta.
- Incrementar el número de alumnos asesorados en esta materia.
- Lograr que el sistema brinde la retroalimentación más adecuada para el alumno basado en el diagnóstico realizado, brindándole los objetos de aprendizaje que faciliten la comprensión del tema.

6. Diseño general del STI

El Sistema Tutor Inteligente para la Programación Orientada a Objetos se ejecuta en un esquema Cliente – Servidor y la comunicación se realiza a través de formularios

que invocan librerías *.dll* que a su vez utilizan **LINQ to Entities** para el acceso a datos, los elementos que componen el sistema y su funcionalidad se muestran en la figura 2 y se describen a continuación:

1. **Programa Cliente ejecutable (.EXE)** es el encargado de interactuar con los usuarios del Sistema Tutor Inteligente recibe las peticiones de éste y las envía a la librería de clases encargada del acceso a datos.
2. **Librería de Clases CLAcceso (.DLL)** representa la capa controladora y la de acceso a datos. Éste contiene toda la lógica necesaria para llevar las peticiones que el usuario envió a la capa de vista para procesarla en la capa de modelo una vez hecha las operaciones solicitadas envía de regreso los resultados hacia la capa de vista para que puedan ser presentados al usuario.
3. **.Net Framework** es un marco de trabajo que hace énfasis en la transparencia de redes, con independencia en la plataforma de hardware que permita un rápido desarrollo de aplicaciones, su meta es lograr un acceso simple y universal a todo tipo de información desde cualquier dispositivo, cabe mencionar que en las versiones más recientes de los sistemas operativos de Microsoft el .Net Framework viene como parte del sistema.
4. **LINQ** es un lenguaje integrado de consultas que trabaja principalmente sobre objetos o entidades, su principal objetivo es unificar la forma de acceder a distintos orígenes de datos tales como Bases de Datos, archivos de Texto, archivos XML, Servicios WEB ya que es un lenguaje de consultas que utiliza la sintaxis del lenguaje C# (y en cualquier lenguaje contenido en la suite de visual studio .NET) esto permite una mayor productividad debido a que no se invierte tiempo en aprender lenguajes nuevos como SQL, xquery para acceder a datos.
5. **Entity Framework** es una tecnología de Microsoft que nos permite mapear tablas de bases de datos de distintos proveedores (MySQL, SQL Server, Microsoft Access, Oracle) a un modelo de entidades para poder trabajar con ellos como objetos, e inclusive se puede generar el modelo de entidades (clases) y a partir de éste generar la base de datos.
6. **Contenedor de Objetos de Aprendizaje** es una ubicación dentro del servidor que contiene de manera física los distintos archivos que servirán como herramienta de aprendizaje para que el alumno logre un aprendizaje significativo de los temas que componen la materia en cuestión.
7. **SQL Server** es el servidor de base de datos que almacenará y administrará toda la información referente al Sistema Tutor Inteligente.

7. Resultados del sistema tutor inteligente para la enseñanza de la programación orientada a objetos (STIPOO)

El sistema se inicia al lanzar el archivo ejecutable de la aplicación en el equipo cliente, el cual muestra al usuario el formulario principal que muestra un botón de inicio que contiene las opciones disponibles, la barra de estado del formulario principal despliega la información del usuario que se encuentra en sesión actualmente, tiene además los botones de maximizar, minimizar y cerrar la ventana de la aplicación. Ver figura 3.

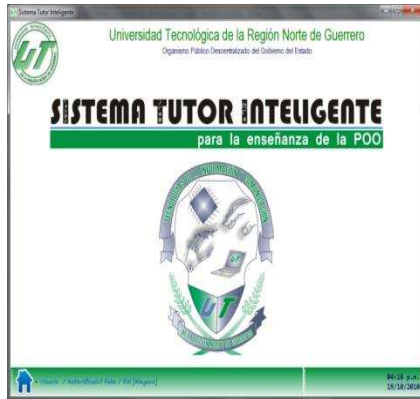


Fig. 3 Pantalla de Bienvenida del STiPoo



Fig. 4 Crear un Nuevo Curso en el STI.

Cabe mencionar que el Sistema Tutor Inteligente utiliza un esquema de seguridad basada en roles de usuario, existen 3 diferentes tipos de usuarios que utilizarán el sistema, entre los cuales tenemos:

1. **Administrador.**- El cual tiene permiso de acceder a cualquiera de las opciones de los menús, entre sus funciones se encuentran principalmente la creación de cursos, así como estructurar los contenidos temáticos del mismo para que puedan ser utilizados por los demás usuarios del sistema.
2. **Docente** .- Estos usuarios tienen privilegios únicamente sobre la parte académica del sistema, es decir, una vez que un curso es creado y estructurado por el administrador, los docentes pueden comenzar a aportar los objetos de aprendizaje de cada uno de los temas que componen el curso, además son los responsables de crear el banco de preguntas que serán utilizadas en las evaluaciones de los alumnos.
3. **Alumno.**- Son los usuarios finales del sistema su función es acceder a la información de los cursos disponibles en su carrera, una vez realizado esto pueden inscribirse en el curso y comenzar a utilizar la herramienta, el sistema lleva el control de los avances del usuario y cuando éste considera estar listo puede realizar la evaluación de la unidad, hasta que al final acredite exitosamente el curso.

7.1. Crear cursos nuevos al STI (Usuario Administrador)

Una vez que el administrador seleccionó la opción de Agregar Nuevo Curso se le muestra el formulario de la figura 4 para que comience con la captura de la información, es importante mencionar que para poder dar de alta un nuevo curso debe ser parte de alguno de los temarios oficiales que proporciona la Coordinación General de Universidades Tecnológicas, ya que como se mencionó anteriormente alguna de la información sensible para el STI proviene de la base de datos del SAIUT, la captura comienza seleccionando la carrera que es propietaria de la materia de la cual quiere crearse el curso.

7.2. Agregar contenido temático a un curso del STI (Usuario Administrador)

Después de terminar la captura de las unidades del curso se procede a finalizar la estructura del curso agregando los temas que corresponden a cada una de las unidades temáticas, con esta acción se completa el árbol de conocimiento del curso que se ha creado y se encuentra listo para que los docentes y especialistas del conocimiento lo comiencen a alimentar con preguntas referentes a los temas además de que los docentes aporten los objetos de aprendizaje que servirán de herramienta de apoyo a los profesores para el proceso de enseñanza-aprendizaje de cada uno de los cursos

El usuario selecciona el nivel de estudios del curso, después el STI lista los cursos que ya se han creado, posteriormente el usuario selecciona las unidades temáticas del curso seleccionado, al hacer esto el sistema muestra la estructura del curso organizado desde el nombre del curso, las unidades que lo componen y los temas que se han capturado de cada unidad, esta información facilita al usuario la información que necesita agregar, el usuario selecciona la unidad temática, después proporciona el número del tema seleccionándolo, agrega el nombre del tema, así como los puntos que se busca desarrollar en el alumno, dentro del modelo de universidades tecnológicas se tienen tres aspectos fundamentales que son el ser, saber y el saber hacer, los cuales deben especificarse en la captura. Ver Figura 5.

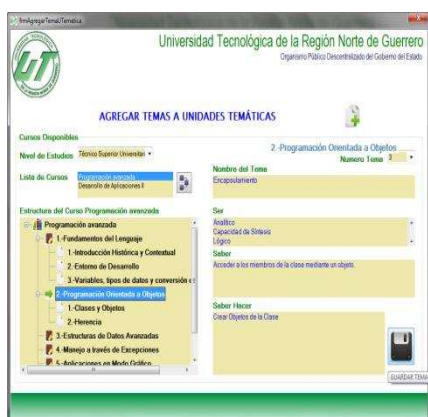


Fig. 5 Árbol de conocimiento del curso



Fig. 6 Agregando un Objeto de Aprendizaje al STI

7.3. Agregar objetos de aprendizaje al STI (Usuario Docente)

Este proceso es de vital importancia debido a que los docentes que son los especialistas del conocimiento aportan estos materiales que van desde documentos, imágenes, archivos de audio, ebooks o videos que servirán de herramienta de apoyo para lograr la comprensión total del tema que se ve en clases, los docentes clasifican los objetos de aprendizaje de acuerdo al tema de la unidad que abarcan y lo registran en el servidor para que el STI pueda disponer de la información en el momento en que un alumno necesite tutoría en algún tema de la materia, en la fig. 6 se ilustra el formulario de captura para agregar un Objeto de Aprendizaje.

Una vez que se introdujeron todos los datos del Objeto de Aprendizaje como el tipo de archivo, el nombre, el autor, el idioma, la fecha de publicación y una breve descripción del material aportado, éste se encuentra listo para ser registrado en la base de datos del STI y también el objeto de aprendizaje será copiado en el servidor para que se encuentre disponible para los alumnos que lo soliciten como se muestra en la figura 7.

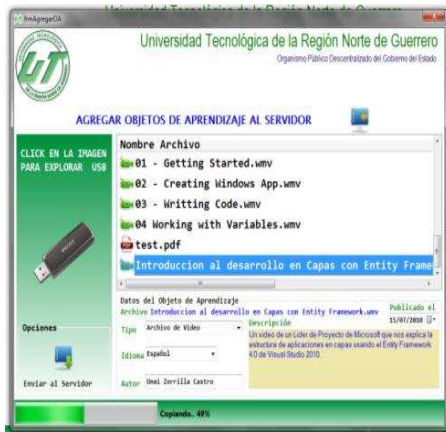


Fig. 7 Progreso de copia de un OA



Fig. 8 Agregando preguntas para las evaluaciones

7.4. Agregar preguntas a la base de datos del STI (Usuario Docente)

Otra de las tareas fundamentales de los docentes consiste en agregar preguntas para que puedan ser tomadas en cuenta al crear una evaluación de una unidad temática de algún curso, el esquema de colaboración del STI permite que todos los docentes puedan subir sus preguntas al servidor ya que se considera que la aportación de cada docente enriquecerá el contenido de las distintas evaluaciones que se creen para cada una de las unidades temáticas de los cursos, por otro lado es importante mencionar que por el momento se pueden agregar dos tipos de preguntas al sistema que son de las más utilizadas en todos los cuestionarios de evaluación.

7.5. Crear cuestionario de evaluación al STI (Usuario Docente)

Quizá la tarea más importante del docente sea la de crear un cuestionario de evaluación de una unidad temática de un curso para que sea publicada y pueda estar disponible para evaluar el conocimiento de los alumnos inscritos en él, como se mencionó anteriormente las evaluaciones se componen de varias de las preguntas que todos los docentes de la carrera aportan, los cuestionarios de evaluación se componen de “n” número de preguntas, además se pueden establecer parámetros como cuál va a ser la calificación mínima aprobatoria, la calificación máxima que se puede alcanzar en la evaluación, entre otros valores.

7.6. Inscribirse a un curso disponible en el STI (Usuario Alumno)

Esta tarea es muy importante para los alumnos ya que al llevarla a cabo se realiza un registro en la base de datos que servirá para llevar el control del avance del alumno en el curso al que se registre, la tarea es muy sencilla, al acceder a esta opción se desplegará un formulario en el que se puede verificar cuales son los cursos que se encuentran publicados por el administrador del sistema por lo que solamente es necesario seleccionar el curso al que el alumno desee integrarse para llevar a cabo el registro ver fig. 9.

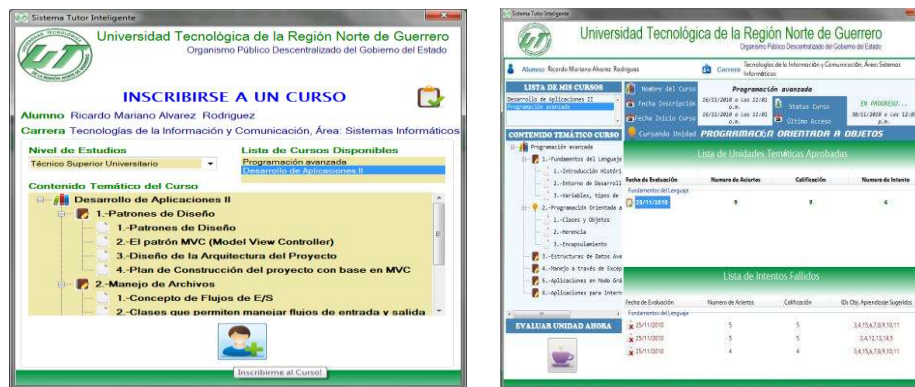


Fig.9 Inscribiendo un alumno a un curso del STI. Fig. 10 Avance de un alumno en un curso

7.7. Verificar avances de un curso en el STI (Usuario Alumno)

En la figura 10 se muestra el formulario donde se observan más datos acerca de los avances del alumno en el curso, aparece información acerca de la fecha en que el alumno inició el curso, así como la fecha en que el usuario acceso por última ocasión al sistema, esta información resulta interesante porque como docentes se puede verificar el tiempo que tarda el alumno en terminar su curso, por otra parte se muestra también el nombre de la unidad temática del curso en el que el alumno se encuentra actualmente, otra información importante para los alumnos es que el STI le muestra al alumno el contenido temático del curso lo que le permite verificar fácilmente cuantas unidades y cuales temas le hace falta cursar para poder aprobar el curso.

7.8. Tomar un examen de evaluación (Usuario Alumno)

En el formulario de la evaluación se tienen datos como el nombre del alumno y la carrera a la que pertenece así como el nombre del curso en el que se encuentra inscrito y el nombre de la unidad temática a evaluar, en este instante todavía puede cancelar el intento de examen cerrando la ventana de la aplicación.

En la parte inferior del formulario se observan los controles de navegación entre las preguntas del cuestionario de evaluación para poder ir a la siguiente pregunta o regresarse a la pregunta anterior, se muestra también un cronómetro que muestra al alumno el tiempo que le tomará completar el examen, sin embargo todavía todos estos

controles se encuentran deshabilitados hasta que el usuario una vez más confirme dando clic en el botón para dar inicio al examen, una vez que el alumno confirma el inicio del examen de evaluación el formulario habilita los controles de navegación y despliega la información de la primer pregunta del cuestionario, la figura 11 ilustra lo anteriormente descrito.



Fig. 11 Evaluación en curso de un alumno



Fig. 12 Resultado de evaluación Aprobatoria.

7.9. Publicando resultados

Después de realizar la evaluación, el usuario termina su examen y lo envía para que el STI lo revise y emita el resultado correspondiente para mostrárselo al alumno, en el primer caso cuando el resultado de la evaluación no es favorable se muestra el resultado en un formulario que detalla el desempeño obtenido por el alumno en cada uno de los temas que componen la unidad temática, en la figura 12 se ejemplifica el resultado obtenido.

8. Conclusiones

El presente trabajo muestra como diseñar e implementar un Sistema Tutor Inteligente para la enseñanza de la programación orientada a objetos el cual emplea objetos de aprendizaje que son aportados por los especialistas de la materia pertenecientes a la carrera de tecnologías de la información y comunicación de la Universidad Tecnológica de la Región Norte de Guerrero. Es importante recalcar que dentro del esquema de las universidades tecnológicas es muy importante la figura del profesor – tutor ya que esta instituido a nivel nacional que por cada 30 alumnos existe un tutor de tiempo completo el cual es el encargado de apoyarlos tanto en lo académico como en lo personal por lo que es de vital importancia contar con una herramienta de apoyo capaz de diagnosticar el conocimiento de la misma forma en que lo hace el especialista de la materia, esto ha permitido atender de forma eficaz a una cantidad mayor de la que normalmente realiza el docente de manera individual, además con la creación de esta herramienta de software los alumnos cuentan con un especialista a la hora en que lo deseen y no están atendidos al horario en que el docente

se encuentre libre, ya que el sistema corre en la red de la institución y se encuentra disponible en cualquiera de los equipos de los laboratorios del campus.

Por otra parte se observó que al involucrar a todos los docentes de la carrera se logró enriquecer de gran manera el contenido de los cuestionarios de evaluación de cada una de las unidades del curso, puesto que al tener diferentes docentes también existe distintas formas de interpretar los contenidos y esto hace que al elaborar sus preguntas y almacenarlas en el STI las evaluaciones sean más completas y por lo tanto se tiene la certeza de que los resultados que arroja el sistema tutor inteligente son confiables y reflejan el nivel de aprendizaje obtenido por cada uno de los alumnos.

Referencias

1. [Carbonell, 1970] Vigotsky, Lev S.: Mind in Society – The development of higher Psychological Processes. Cambridge Harvard University Press (1970)
2. [Wenger, 1987] Artificial Intelligence and Tutoring Systems – Ed. Morgan Kaufman Publishers Inc. (1987)
3. [Troy Magennis 2010] LINQ to OBJECTS USING C# 4.0 - Using and extending Linq to Objects and parallel Linq (plinq). Ed. Addison – Wesley (2010)
4. [Scott Klein 2010] PRO ENTITY FRAMEWORK 4.0 - The future of data access in .NET framework. Ed. Apress (2010)
5. [Christian Nagel, Bill Evjen, Jay Glynn 2010] PROFESSIONAL C# 4 and .NET 4 –Wrox Programmer to Programmer. Ed. Wiley Publishing Inc. (2010)