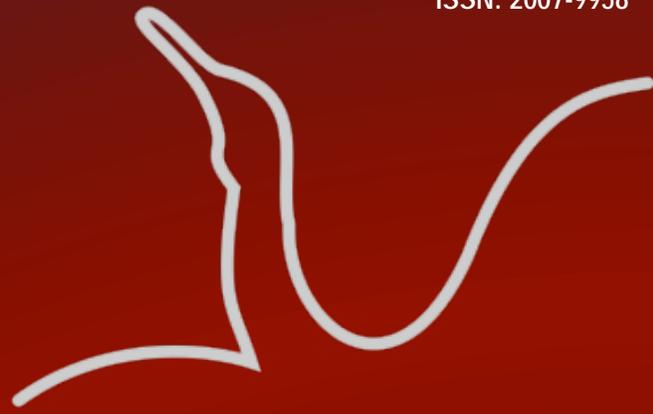


# REVISTA IZTATL COMPUTACIÓN



- 
1. Java Sensei: Un Ambiente de Aprendizaje Afectivo
  14. Un Nuevo Enfoque a la Optimización Multi- Objetivo con un Algoritmo
  24. Manejo de Entornos Virtuales para la Obesidad Infantil Mediante el Sensor Kinect
  32. Libro digital de Fundamentos de Programación utilizando mundos virtuales
  41. SICOBI: Sistema de Control de Biblioteca
  52. Sistema Integral de Servicio Social para la Universidad Autónoma de Tlaxcala



Universidad Autónoma de Tlaxcala  
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

*Mtro. Rubén Reyes Córdoba*  
Rector

*Dr. Luis Armando González Placencia*  
Secretario Académico

*Mtra. María Samantha Viñas Landa*  
Secretaria de Investigación Científica y Posgrado

*Lic. Edilberto Sánchez Delgadillo*  
Secretario de Extensión Universitaria y Difusión Cultural

*Mtro. José Antonio Durante Murillo*  
Secretario Técnico

*Mtro. Efraín Ortiz Linares*  
Secretario Administrativo

*Dr. Ernesto Meza Sierra*  
Secretario de Autorrealización

*Mtro. Marlon Luna Sánchez*  
Coordinador de la División de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

*Dr. Sergio Eduardo Algarra Cerezo*  
Coordinador General de Cuerpos Académicos

*Mtro. Carlos Santacruz Olmos*  
Director de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

*Mtro. Roberto Carlos Cruz Becerril*  
Secretario de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

*Dr. Alberto Portilla Flores*  
Coordinador de Posgrados en Computación y Electrónica

*Mtro. Juventino Montiel Hernández*  
Coordinador de Ingeniería en Computación



## Comité Editorial

*Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras*

*M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez*

## Revista Iztatl Computación

Revista Iztatl Computación, año 5, No. 9, Enero-Junio 2016, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, <http://ingenieria.uatx.mx/iztatl-computacion/35-2/>, [iztatl.computacion@gmail.com](mailto:iztatl.computacion@gmail.com). Editor Responsable: Marva Angélica Mora Lumbreras. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No.04-2014-070814424700-203, ISSN: 2007-9958, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número, Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, fecha de última modificación, 29 de abril de 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Tlaxcala a través de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología.

# Comité Revisor

Dr. Alberto Portilla Flores, UAT

Dr. Brian Manuel González Contreras, UAT

Dr. Carlos Sánchez López, UAT

Dr. Francisco Javier Albores Velasco, UAT

Dr. Ricardo Pérez Águila, UTM

Dra. Claudia Zepeda Cortés, BUAP

Dra. Leticia Flores Pulido, UAT

Dra. María Enedina Carmona Flores, UAT

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, UAT

Dra. Verónica Rodríguez Rodríguez, UDLAP

M.C. Carlos Santacruz Olmos, UAT

M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez, UAT

M.C. Juventino Montiel Hernández, UAT

M.C. Luis Enrique Colmenares Guillén, BUAP

M.C. María del Rocío Ochoa Montiel, UAT

M.C. Marlon Luna Sánchez, UAT

M.I.A. Norma Sánchez Sánchez, UAT

M.C. Patrick Hernández Cuamatzi, UAT

## Universidades

**BUAP.-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

**UAT.-Universidad Autónoma de Tlaxcala**

**UDLAP.-Universidad de las Américas, Puebla**

**UTM.-Universidad Tecnológica de la Mixteca**





## Editorial

La revista Iztatl Computación desde que inició en 2012 ha buscado tener publicaciones de alta calidad, por lo que se lleva a cabo un proceso de revisión de los artículos sometidos, a partir de la novena edición se incorporan nuevos revisores de diferentes Universidades. Al mismo tiempo, se presentan dos trabajos seleccionados del Seminario Nacional de Aprendizaje e Inteligencia Computacional SNAIC 2015 y cuatro trabajos realizados en la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, descritos brevemente a continuación:

- El proyecto *Java Sensei: Un Ambiente de Aprendizaje Afectivo* realizado por Ramón Zatarain Cabada tiene como objetivo crear una herramienta de software capaz de auxiliar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje del lenguaje de programación Java tomando en cuenta sus estados cognitivos y afectivos.
- En el artículo *Un Nuevo Enfoque a la Optimización Multi-Objetivo con un Algoritmo Genético. Una Aplicación al Sistema de Posicionamiento de un Robot Móvil* de Angel Kuri-Morales e Ignacio López-Peña se discute una metodología mediante la cual es posible identificar la posición de un robot móvil (R) en un ambiente controlado (A).
- En el proyecto *Manejo de Entornos Virtuales para la Obesidad Infantil Mediante el Sensor Kinect* realizado por Jesús García Hernández y Marva Angélica Mora Lumbreras se presenta el proyecto Bingo Body, videojuego desarrollado con mundos virtuales para activación física, mediante la manipulación por el sensor Kinect.

- En el proyecto *Libro digital de Fundamentos de Programación utilizando mundos virtuales como estrategia de enseñanza*. realizado por Jesús Ariel Pedraza Molina y Marva Angélica Mora Lumbreras se muestra un libro digital que combina la teoría de la POO y los mundos virtuales basados en el software Alice.
- En el proyecto *SICOBIB: Sistema de Control de Biblioteca* realizado por Maria Isabel Verónica Torres Arévalo, Marva Angélica Mora Lumbreras y Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi se presenta la implementación y ejecución del Sistema de Control Bibliotecario (SICOBIB) mediante la descripción de los procesos de programación realizados en la biblioteca del Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios número 061.
- En el artículo *Sistema Integral de Servicio Social para la Universidad Autónoma de Tlaxcala implementando CMMI-Dev Nivel 2* de Ernesto Dorantes Alva, Carolina Rocío Sánchez Pérez, Marva Angélica Mora Lumbreras y Alberto Portilla Flores se presenta la implementación del Sistema de Servicio Social(SSS) bajo los lineamientos del Modelo Integrado de Capacidad y Madurez para el Desarrollo (CMMI-Dev) en un nivel de madurez 2, se realiza un Análisis Crítico de las Prácticas Específicas y Genéricas en cada una de las Áreas de Proceso que comprenden el Nivel 2 del modelo, realizar este análisis permitirá definir una serie de recomendaciones para el cumplimiento de las áreas de proceso en su totalidad.

Los artículos presentados en la Edición 9, son realmente interesantes, por lo que los invito a que los lean, al mismo tiempo invito a investigadores, académicos y estudiantes del área de computación para que sometan sus artículos en esta revista.

Editora Responsable  
Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras



# Índice

1. Java Sensei: Un Ambiente de Aprendizaje Afectivo  
*Ramón Zatarain Cabada*
  
14. Un Nuevo Enfoque a la Optimización Multi- Objetivo con un Algoritmo Genético. Una Aplicación al Sistema de Posicionamiento de un Robot Móvil  
*Angel Kuri-Morales<sup>1</sup> e Ignacio López-Peña<sup>2</sup>*
  
24. Manejo de Entornos Virtuales para la Obesidad Infantil Mediante el Sensor Kinect  
*Jesús García Hernández, Marva Angélica Mora Lumbreras*
  
32. Libro digital de Fundamentos de Programación utilizando mundos virtuales como estrategia de enseñanza.  
*Jesús Ariel Pedraza Molina, Marva Angélica Mora Lumbreras*
  
41. SICOBÍ:Sistema de Control de Biblioteca  
*Maria Isabel Verónica Torres Arévalo Marva Angélica Mora Lumbreras*
  
52. Sistema Integral de Servicio Social para la Universidad Autónoma de Tlaxcala implementando CMMI-Dev Nivel 2  
*Ernesto Dorantes Alva, Carolina Rocío Sánchez Pérez, Marva Angélica Mora Lumbreras, Alberto Portilla Flores*



# Java Sensei: Un Ambiente de Aprendizaje Afectivo

Ramón Zatarain Cabada

Instituto Tecnológico de Culiacán  
rzatarain@itculiacan.edu.mx

*Recibido 15 de Octubre de 2015, Aceptado 30 de Octubre de 2015,  
Versión final 15 de Marzo de 2016*

**Resumen** El objetivo principal de este trabajo fue crear una herramienta de software capaz de auxiliar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje del lenguaje de programación Java tomando en cuenta sus estados cognitivos y afectivos. Java Sensei es un EIA (Entorno Inteligente de Aprendizaje) para la enseñanza de la programación Java. Permite a los estudiantes interactuar con un sistema el cual toma en cuenta sus aspectos cognitivos y emocionales para la toma de decisiones pedagógicas y apoyar el proceso de aprendizaje del estudiante. El sistema desarrollado es una unificación de distintas técnicas y tecnológicas, como los sistemas de recomendaciones, los sistemas expertos, el reconocimiento de patrones, la web 2.0 y el desarrollo web responsivo. Esta unificación tiene el objetivo de cubrir los requerimientos y aspectos generales de un EIA, como lo es la toma de decisiones pedagógicas en base a emociones y cognición, el uso de un agente pedagógico para establecer un contacto humano desde la computadora, la adaptabilidad del sistema de acuerdo al perfil del usuario y el uso de técnicas de sistemas expertos para reflejar el conocimiento emocional de un tutor humano. Este sistema servirá como una base para futuros desarrollos de EIA y STI de programación, además de servir como plataforma de estudio adaptable a distintos dominios.

Con el EIA Java Sensei funcionando en la Web, fue posible probarlo con dos grupos de estudiantes de la carrera de ingeniería del ITC y realizar pruebas con el mismo. Los resultados que se obtuvieron fueron ligeramente satisfactorios pero se detectó la necesidad de realizar más pruebas para obtener más datos estadísticos para realizar diferentes tipos de análisis e interpretación de los datos.

**Abstract** The main goal of this work was to create a software tool, able to assist students in their learning process of the Java programming language, taking into account their cognitive and affective states. Java Sensei is an ILE (Intelligent Learning Environment) for teaching Java programming. It allows students to interact with a system which takes into account the cognitive and emotional state for making instructional decisions and support the process aspects of student learning. The developed system is a unification of different techniques and technologies, like a recommendation system and an expert system with pattern recognition. This unification is intended to cover the requirements and general aspects of an ILE, like making pedagogical decisions based on emotions and cognition, using a pedagogical agent to establish human contact from the computer, adapting the system according to the profile of the user, and using expert system techniques to reflect the emotional knowledge of a human tutor. This system will serve as a basis for further development of ILE programming, as well as serving as a platform for different domains. With the ILE Java Sensei running on the Web, it was possible to test it with two groups of students studying engineering. The results obtained were satisfactory but we need more tests for different types of analysis and interpretation of the data.

**Palabras Clave:** Sistema Tutor Inteligente, Método 6D's, Bimodal.

**Keywords:** Intelligent Learning Environment, Affective Computing, Java Learning, Intelligent Tutoring Systems

## 1. Introducción

Aprender a programar es una tarea difícil para la mayoría de los estudiantes ya que se requiere desarrollar habilidades para resolver problemas, plantear algoritmos, aprender la sintaxis y semántica del lenguaje de programación y aplicar todo lo anterior al diseño e implementación de programas [1], [2], [3], [4]. En [4], [5], [6], [7] también se mencionan varios factores que influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación de computadoras tales como: los métodos de enseñanza empleados por el profesor, los métodos de estudio empleados por los estudiantes así como sus habilidades lógico-matemáticas y actitudes, la naturaleza misma del arte de la programación, así como la influencia psicológica que el estudiante sufre por parte de la sociedad. Aprender el arte de la programación requiere desarrollar altos niveles de abstracción y generalización. Los lenguajes de programación que se utilizan tradicionalmente para la enseñanza no fueron diseñados para enseñar. Estos lenguajes los utilizan los programadores profesionales y en su mayoría son complejos a nivel sintáctico y semántico. El estudiante tiene que concentrarse simultáneamente en desarrollar sus habilidades para resolver problemas mediante la construcción de algoritmos y aprender las reglas sintácticas y semánticas del lenguaje de programación.

Para solventar o tratar de minimizar este problema es necesaria que la enseñanza de la programación sea individualizada. Se reconoce que el modo de enseñanza por medio de tutores humanos - el cual enseña a uno o dos estudiantes - produce un efecto significativamente mejor que la enseñanza convencional dentro de un salón de clase. Para ello, se ha demostrado que los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) pueden simular a un tutor humano ya que suministran aprendizaje en forma individualizada lo cual permite que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea adapte a las necesidades específicas o nivel de aprendizaje del estudiante [8]. En la actualidad también se considera que el estado afectivo o emocional juega un papel importante dentro del proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. El reconocimiento automático de las emociones aumenta el desempeño, usabilidad y, en general, la calidad de interacción hombre-computadora, la productividad del aprendizaje de los estudiantes, y la atención de un sistema a los usuarios [9]. Si combinamos todo lo anterior en un Entorno Inteligente de Aprendizaje (EIA) [10] en un software que funcione en la Web y que brinda un entorno flexible, adaptable e interactivo es posible generar condiciones favorables para apoyar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. La contribución principal del trabajo presentado en este artículo es, la implementación de un ambiente inteligente de aprendizaje para la enseñanza del lenguaje Java, usando técnicas modernas de reconocimiento de afecto y técnicas modernas de aprendizaje del lenguaje Java, mediante la evaluación rápida de código por parte del estudiante.

### **1.1. Arquitectura del EIA Java Sensei**

Para tener un contexto más general, a continuación se presenta la arquitectura general del EIA Java Sensei (Figura 1), un modelo de siete capas: la interfaz de usuario o capa Web, servicios, servidor, dominio, estudiante, manejo de datos y la de persistencia o capa de Base de Datos. Se trabajó con este estilo arquitectónico ya que permite el sistema sea escalable y adaptable a posibles cambios de funcionalidad y agregar nuevos módulos a futuro sin que esto afecte a otros módulos del sistema.

### **1.2. Capa Web**

La capa web es la capa que contiene los componentes que interactúan con el usuario. Dentro de ella se encuentran los módulos que necesitan ejecutarse en el navegador web. La Interfaz Web es la encargada de la

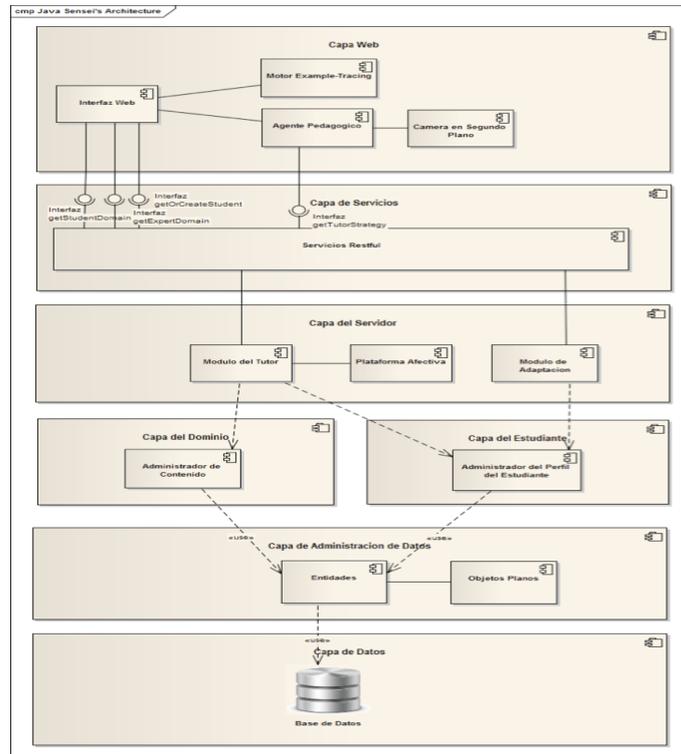


Figura 1. Arquitectura de Java Sensei

interacción directa con el cliente. El Motor Example-Tracing se encarga de la interpretación semántica y visual de los ejercicios del dominio en el sistema. En este componente se realizan las siguientes tareas: creación de un árbol de seguimiento de pasos, extracción de información del árbol de pasos, interacción con la interfaz web para construir la interfaz gráfica. Además se administran los eventos example-tracing como la notificación de cambios de estado. El Agente Pedagógico realiza la representación visual del agente pedagógico en el sistema y para ello utiliza la información pedagógica que se encuentra en el módulo del tutor. La Cámara en Segundo Plano lleva a cabo la captura de fotografías en segundo plano durante las sesiones de ejercicio en el sistema. También se encarga de convertir las fotografías a un formato de texto plano para que las fotografías sean enviadas a la capa del servidor.

### 1.3. Capa de Servicios

En la capa de servicios se encuentran los componentes para el manejo de peticiones HTTP externos al servidor. En esta capa los componentes

deben ser accesibles desde la web y utilizar el protocolo de comunicación HTTP.

#### **1.4. Capa del Servidor**

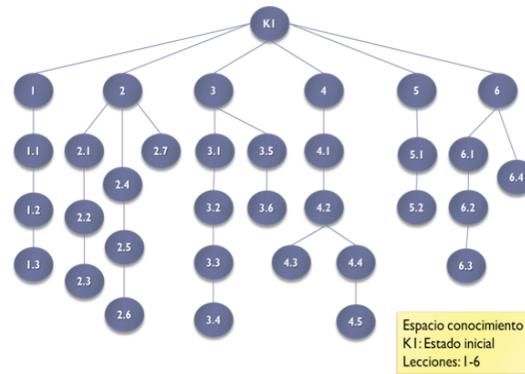
Contiene los módulos que realizan las operaciones más complejas y tienen una alta carga de procesamiento y requieren de grandes cantidades de memoria volátil. Esta capa tiene una fuerte interacción con la capa del dominio y la capa del estudiante, también dentro de ella se encuentran los componentes principales para la toma de decisiones pedagógicas. El Módulo del Tutor se encarga de tomar las decisiones pedagógicas más adecuadas para el estudiante basándose y analizando sus estados cognitivos y afectivos. Algunas de las tareas que realiza son: evaluar la calidad de respuesta del estudiante, evaluar la habilidad global del estudiante y utilizar el componente Affective Framework para obtener la información afectiva. El Módulo de Adaptación contiene las actividades de adaptabilidad del sistema. Dentro de él se manejan las preferencias del usuario en relación a los ejercicios y recursos de ayuda para construir un sistema de recomendaciones. La Plataforma Afectiva contiene la evaluación afectiva del estudiante. En ella se utilizan como datos de entrada los estados cognitivos y afectivos del estudiante, proporcionados por el módulo del tutor. Para realizar la evaluación utiliza dentro de él una red neuronal de propagación de error hacia atrás, con la cual reconoce la emoción básica a través de las características faciales y posteriormente utiliza un sistema lógico difuso para la estrategia pedagógica afectiva.

#### **1.5. Capa del dominio**

La capa del dominio contiene al módulo del experto que representa que contiene todo el conocimiento del experto en el lenguaje de programación Java, dominio que el estudiante aspira a aprender y practicar. Para la representación del modelo del dominio se utilizó la teoría del espacio del conocimiento [11] y puede ser visto como un diagrama de árbol donde la totalidad de los nodos representa todo el conocimiento del experto (ver Figura 2). Cada nodo representa una habilidad básica del lenguaje de programación Java que el estudiante debe de aprender.

#### **1.6. Capa del estudiante**

La capa del estudiante contiene al modelo del estudiante que representa el conocimiento del estudiante así como su parte cognitiva y emocional. Para representar el conocimiento del estudiante se utilizó una red



**Figura 2.** Espacio del conocimiento que representa al Modelo de Dominio

semántica de categoría Red IS-A [8] dado que estas son sencillas de representar e implementar. En la red se consideran los datos personales del estudiante, se almacenan sus datos cognitivos y emocionales, así como se registra su avance en el curso. En la capa del estudiante el administrador del perfil del estudiante se comunica con el módulo del tutor y adaptabilidad por lo tanto se toma en cuenta los datos cognitivos tales como habilidad global del estudiante, calidad de la respuesta actual y datos emocionales del estudiante, tales como la emoción actual y la emoción anterior. El resto de las capas de la arquitectura tiene más que ver con la persistencia de los datos y no son presentadas en este artículo.

## 2. Sistema Lógico Difuso para la Toma de Decisiones Pedagógicas

La lógica difusa es elegida como la forma más adecuada de representar el conocimiento del experto en este trabajo ya que cuenta con la capacidad de expresar aspectos como 'calidad' y 'habilidad', los cuáles son difusos de clasificar debido a la subjetividad que tiene cualquier experto para juzgar estos aspectos. Para realizar el sistema de lógica difusa se utilizó el software jFuzzyLogic [12] el cual es de uso libre y se encuentra disponible para la plataforma tecnológica utilizada en el proyecto. Para utilizar jFuzzyLogic se necesita crear un archivo FCL (Fuzzy Control Language), el cual es un archivo que contiene especificaciones estandarizadas para cualquier sistema de lógica difusa.

### 2.1. Variables de entrada y salida del sistema difuso

Las variables de entrada son valores numéricos, los cuales representan los datos del estudiante en la plataforma emocional, por lo que se definen cuatro variables:

```
VAR_INPUT
  emocionactual : REAL;
  emocionprevia : REAL;
  habilidadglobal : REAL;
  calidadrespuesta: REAL;
END_VAR
```

**Figura 3.** Variables de entrada del sistema difuso

Las variables de salida son valores numéricos, los cuales representan las acciones del tutor en la plataforma emocional, por lo que están definidas tres variables:

```
VAR_OUTPUT //Def:
  expresion : REAL;
  retroalimentacion : REAL;
  intervencion : REAL;
END_VAR
```

**Figura 4.** Variables de salida del sistema difuso

### 2.2. Las variables lingüistas para la fuzzificación

Son los términos lingüísticos de las variables de entrada y representan los valores nominales de las variables del estudiante establecidos en la plataforma emocional:

### 2.3. Variables lingüísticas para la defuzzificación

Son los términos lingüísticos de las variables de salida y representan los posibles valores nominales de las variables del tutor establecidos en la plataforma emocional:

```

FUZZIFY //
TERM feliz := trian 0 1 2;
TERM sorpresa := trian 1 2 3;
TERM triste := trian 2 3 4;
TERM enojado := trian 3 4 5;
TERM neutral := trian 4 5 6;
END_FUZZIFY

```

**Figura 5.** Variables lingüísticas para la fuzzificación

```

DEFUZZIFY expression // Defuzzify output variat
TERM neutral := trian 0 1 1.5;
TERM encantado := trian 1.5 2 2.5;
TERM sorprendido := trian 2.5 3 3.5;
TERM compasivo := trian 3.5 4 4.5;
TERM esceptico := trian 4.5 5 5.5;
END_DEFUZZIFY

```

**Figura 6.** Variables lingüísticas para la defuzzificación

### 3. Reglas difusas

Las reglas difusas son la representación del conocimiento difuso del tutor, estas reglas están representadas en el formato IF-THEN y se utilizan para determinar los valores de las variables de salida. Se definieron todas las combinaciones posibles, lo que dio un total de 303 reglas difusas. En cada sistema lógico difuso se utilizan las mismas reglas en las parte del IF pero con diferentes resultados en las parte del THEN. Algunos ejemplos de estas reglas se presentan a continuación:

Regla 62 : IF emocionprevia IS enojado AND emocionactual IS feliz AND habilidadglobal IS mala AND calidadrespuesta IS mala THEN expresion IS compasivo;

Regla 63 : IF emocionprevia IS enojado AND emocionactual IS feliz AND habilidadglobal IS mala AND calidadrespuesta IS buena THEN expresion IS sorprendido;

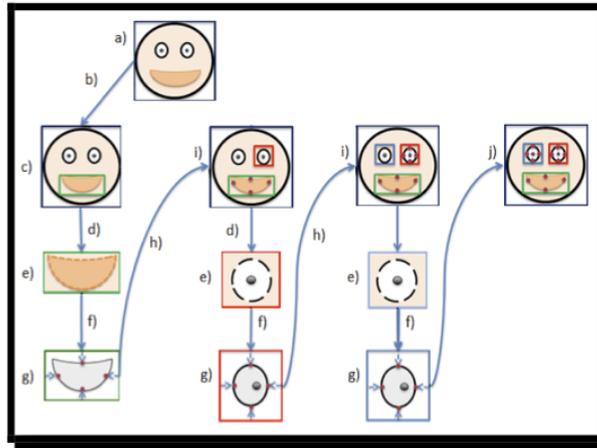
Regla 64 : IF emocionprevia IS enojado AND emocionactual IS feliz AND habilidadglobal IS buena AND calidadrespuesta IS mala THEN expresion IS esceptico;

IS mala THEN expresion IS esceptico;

#### 4. Detección Emocional a Través de Características Faciales

Una parte esencial en la plataforma emocional es la detección de la emoción actual del estudiante durante la realización de los ejercicios. Por ello, es importante desarrollar una solución tecnológica para que la computadora entienda las emociones humanas. Técnica de extracción de características faciales La extracción de características es la medida de la distancia entre dos puntos del rostro, las partes del rostro a detectar son ojos y boca, dando una totalidad de 10 medidas. Para poder realizar el algoritmo se utilizaron dos software de licencia libre: OpenCV y JavaCV. En la Figura 7 se muestra visualmente el algoritmo de extracción de características, el cual funciona de la siguiente forma:

- a) Se proporciona un buffer de datos de una fotografía a la biblioteca de OpenCV.
- b) OpenCV busca un rostro en la fotografía. En caso de que el rostro sea encontrado pasa al paso c, en caso contrario devuelve como resultado que el rostro no fue encontrado.
- c) Se guardan las coordenadas que describen la ubicación del rostro en la imagen.
- d) Se busca la boca utilizando el método ROI (Region Of Interest). A partir de las coordenadas donde se localiza el rostro.
- e) Se realizan una serie de transformaciones sobre la imagen que permitan conocer los bordes de la boca. El primero en utilizarse es el operador gaussiano para el refinamiento de la imagen.
- f) Una vez que la imagen se encuentra refinada, se procede a conocer el nivel del brillo en ella regulando sus pixeles, esto con el objetivo de aplicar el operador ?Threshold?.
- g) El operador ?Threshold? es aplicado para que la imagen solo contenga pixeles en blanco y negro, permitiendo así, detectar de forma más sencilla el borde de las estructuras y calcular las distancias de apertura.
- h) Se calculan las distancias de apertura mediante el teorema de Pitágoras. La distancia a calcular corresponde a la diferencia positiva entre dos puntos, cuando estos se encuentran alineados vertical u horizontalmente. De lo contrario se aplica el teorema de Pitágoras tomando como distancia la hipotenusa del triángulo rectángulo.
- i) Obtenidas las distancias de apertura se restablece el método ROI a las coordenadas del rostro.
- j) Se repite los pasos del c al h para los ojos izquierdo y derecho.
- k) Los datos de apertura de boca, ojo izquierdo y ojo derecho son guardados en un vector.



**Figura 7.** Extracción de características

## 5. Reconocimiento de patrones

Para reconocer las emociones de un estudiante mediante expresiones faciales se construyó una red neuronal de propagación hacia atrás usando el software de licencia libre NeuroPH. La configuración de la red es de 4 capas, 1 de entrada, 2 escondidas y 1 de salida. La capa de entrada cuenta con 10 neuronas de entrada, las cuales representan las características faciales, la capa de salida cuenta con 5 neuronas de salida que representan las emociones básicas del estudiante dentro de la plataforma emocional, las capas escondidas cuentan con 11 neuronas. Para el entrenamiento de la red neuronal se usó el corpus RaFD (Radboud Faces Database) [13] el cual está conformado por 955 rostros de personas de distintos sexos, edades y razas.

## 6. Agente Pedagógico

Como base para el agente pedagógico de este proyecto, se analizó el agente pedagógico del STI AutoTutor basándose en la característica más notable del agente, la cual es que este contiene múltiples expresiones faciales para transmitir empatía al usuario. Esas expresiones faciales están basadas en investigaciones que revelan las emociones más comunes en los tutores humanos. Las emociones son: encantado, escéptico, sorprendido, neutral. En la figura 8 se muestra la diferencia entre las expresiones para

encantado, sorprendido y neutral; en el caso de la emoción escéptico hay un levantamiento de en la ceja izquierda, la cual es más difícil de apreciar.

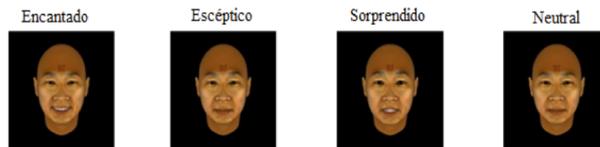


Figura 8. . Expresiones faciales del agente pedagógico dentro de Java Sensei

## 7. Experimentos y Resultados

Con el fin de probar el EIA Java Sensei, hicimos diferentes experimentos con diferentes tipos de alumnos del Instituto Tecnológico de Culiacán. El sistema fue probado por primera vez con los estudiantes de posgrado en el laboratorio de investigación. Esta prueba tiene el objetivo de probar la funcionalidad del EIA. A continuación, se muestra (Figura 9) una pequeña sesión de navegación de un estudiante en el EIA. Para acceder a la EIA, el estudiante debe utilizar un navegador con una PC, portátil o dispositivo móvil (por ejemplo, un teléfono inteligente), y una cuenta de Facebook que permite el uso de la cámara web. La parte izquierda del ejemplo muestra un problema cuando el estudiante comete un error, al final del código (texto en Inglés). En la parte derecha del problema el estudiante finaliza correctamente el ejercicio.

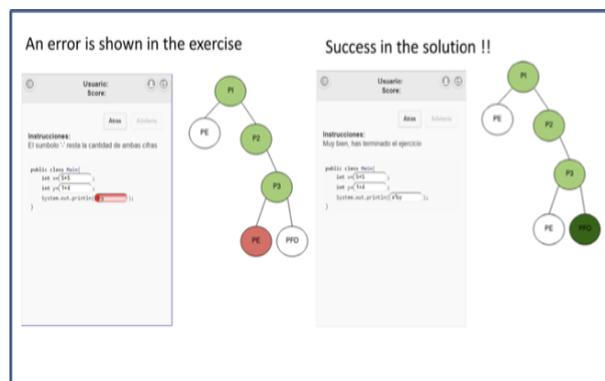


Figura 9. Experimento de estudiante usando Java Sensei

Para la evaluación de la eficacia del sistema, se realizó una prueba con un grupo de 20 estudiantes de Programación Orientada a Objetos, en busca de medir el resultado del aprendizaje de Java Sensei sobre el tema de herencia. La selección de los estudiantes no se realizó al azar, sino por la disponibilidad de los participantes. Para acceder a Java Sensei, los estudiantes utilizaron un navegador Web con soporte para HTML5 y cámara frontal en escritorios, portátiles y teléfonos inteligentes, para así entrar en el sistema a partir de su cuenta de Facebook. La metodología de diseño de la evaluación consistió en medir el conocimiento de los dos grupos de estudiantes: un grupo experimental que aprende con Java Sensei y un grupo de control que aprende mediante el uso de la enseñanza tradicional. El tiempo dado para la prueba previa fue de 15 minutos, el tiempo para la sesión usando Java Sensei fue de 70 minutos, y el tiempo para el post-test fue de 20 minutos. La Figura 10 muestra la evaluación de ambas pruebas. Los resultados en el post-test indican que el grupo experimental obtuvo mejores puntuaciones (en la mayoría de los casos) que el grupo control.

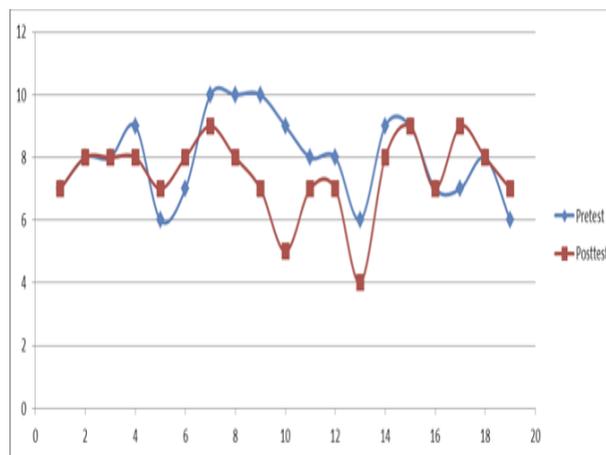


Figura 10. Resultados de evaluación Pretest y posttest

## 8. Conclusiones

La ILE se ha implementado con código fuente abierto en lenguajes de programación y bibliotecas de software como Java, Javascript, MongoDB,

JSON, jFuzzyLogic, Apache Mahout, Weka, jQuery, jQueryMobile entre otros, y se puede acceder desde diferentes plataformas (sistemas operativos, navegadores web, ordenadores, etc.). En este momento, un grupo de profesores de programación Java está aplicando más pruebas con estudiantes de nuestra universidad (Instituto Tecnológico de Culiacán). Para el trabajo futuro, queremos incluir técnicas de gamification con el fin de trabajar más la parte motivacional del sistema. También queremos trabajar con las emociones que afectan el proceso de aprendizaje (comprometido, aburrido, frustrado, etc.). Finalmente, estamos desarrollando una nueva versión orientada a más trabajo de colaboración entre los estudiantes y una herramienta de autoría que facilite crear nuevos ejercicios por instructores.

## Referencias

1. Ala-Mutka, K. (2012). *Problems in learning and teaching programming*, Codewitz Needs Analysis.
2. Bennedsen, J., Caspersen, M. E. (2007). *Failure rates in introductory programming*, ACM SIGCSE Bulletin, 39(2), 32-36.
3. Gerdes, A., Heeren, B., Jeuring, J. (2009). *Constructing Strategies for Programming*, Paper presented at the CSEDU (1).
4. Jenkins, T. (2002). *On the difficulty of learning to program*, Paper presented at the Proceedings of the 3rd Annual Conference of the LTSN Centre for Information and Computer Sciences.
5. Bernard, M., Bachu, E. (2015). *Enhancing the Metacognitive Skill of Novice Programmers Through Collaborative Learning Metacognition: Fundamentals, Applications, and Trends*, (pp. 277-298): Springer.
6. Gomes, A., Mendes, A. J. (2007). *Learning to program-difficulties and solutions*, Paper presented at the International Conference on Engineering Education?ICEE.
7. Matthíasdóttir, Á. (2006). *How to teach programming languages to novice students? Lecturing or not*, Paper presented at the International Conference on Computer Systems and Technologies-CompSysTech.
8. Woolf, B. P. (2009). *Building Intelligent Interactive, Tutors*. Amherst, Massachusetts, Estados Unidos: Morgan Kaufmann Publishers.
9. Picard, R. W. (2000). *Affective computing*, MIT press.
10. Brusilovsky, P., Millán, E. (2007). *User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems*, Paper presented at the The adaptive web.
11. Doignon, J.-P., Falmagne, J.-C. (1999). *Knowledge spaces*, Springer.
12. Cingolani, P., Alcalá-Fdez, J. (2013). *jFuzzyLogic: a java library to design fuzzy logic controllers according to the standard for fuzzy control programming*, International Journal of Computational Intelligence Systems, 6(sup1), 61-75.
13. Langner, O., Dotsch, R., Bijlstra, G., Wigboldus, D. H., Hawk, S. T., van Knippenberg, A. (2010). *Presentation and validation of the Radboud Faces Database. Cognition and Emotion*, 24(8), 1377-1388.



# Un Nuevo Enfoque a la Optimización Multi-Objetivo con un Algoritmo Genético. Una Aplicación al Sistema de Posicionamiento de un Robot Móvil

Angel Kuri-Morales<sup>1</sup> e Ignacio López-Peña<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Autónomo de  
México Río Hondo No. 1  
México 01000,  
D.F. México  
akuri@itam.mx

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México  
IIMAS  
México 04510, D.F.  
México  
ignalp@gmail.co  
m

*Recibido 15 de Octubre de 2015, Aceptado 30 de Octubre de 2015,  
Versión final 15 de Marzo de 2016*

**Resumen.** Discutimos una metodología mediante la cual es posible identificar la posición de un robot móvil (R) en un ambiente controlado (A). Para lograr lo anterior es necesario obtener un modelo del mundo (M) que consiste de una secuencia de imágenes (I) que incluyen a cada uno de los posibles cuadros visuales (V) del robot en cada una de las posibles ubicaciones (U) dentro del ambiente. Cada una de las imágenes está formada por P píxeles. En total, pues, M consta de  $T = P \times U$  píxeles. Para identificar su posición al tiempo  $t$  R debe capturar  $V(t)$  y compararlo con cada una de las imágenes en U. El número de comparaciones es muy elevado aún para M's de tamaños comunes. No es necesario, sin embargo, comparar cada uno de los píxeles en cada uno de los V cuadros. Es posible determinar un subconjunto de T tal que el número de aciertos (X) en

cada comparación se maximice al mismo tiempo que el número de píxeles a comparar (Y) sea mínimo. Encontrar los valores óptimos de X y Y constituye un problema de optimización multi-objetivo.

Planteamos un método diferente del usualmente utilizado y ejemplificamos resolviendo el problema para un A específico.

**Abstract.** In this paper we discuss a method that allows us to identify the location of a mobile robot (R) in a controlled environment (A). To achieve this it is necessary to obtain a model of the world (M). The model consists of a sequence of images (I), which includes each of the possible visual frames (V) of the robot at each possible location (U) within the environment. Each image consists of P pixels. The overall number of pixels in M is  $T = P \times U$  pixels. To identify the position of R at time t, R has to take V(t) and compare it against each image in U. It is apparent that a large number of comparisons may need to be performed even for M's of ordinary sizes. However, it is not necessary to compare each pixel on each one of the V frames. It is possible to determine a subset of T such that the number of matches (X) on each comparison is maximized while the number of pixels to compare (Y) is minimal. Finding the optimal values for X and Y is a Multi-Objective Optimization problem. In this work we propose an alternative method and use it to solve a problem for a specific A to illustrate it.

**Palabras Clave.** Robots Móviles, Algoritmos Genéticos, Optimización Multi- objetivo.

**Keywords.** Mobile Robots, Genetic Algorithms, Multi-Objective Optimization.

## 1 Introducción.

Un problema abierto en robótica es el de determinar cómo un robot móvil se localiza en un área específica. Este problema se trató con detalle en [1]. Aquí hacemos un breve resumen del planteamiento y los resultados antes de introducir la metodología objeto de este trabajo. La solución del problema es vital para que el robot alcance sus metas adecuadamente. Hay varias formas de atacar este problema. Por ejemplo, usando marcas de terreno [2], [3], calculando la posición basado en la distancia que ha recorrido [4], [5], etc. Muchas de estas soluciones implican el uso de sensores activos para calcular las distancias o detectores de las marcas. Hay una solución que no ha sido explorada y es el tópico básico de este trabajo. Tiene que ver con la

posibilidad de que el robot determine su posición usando solo un sensor y una base de datos (BD) reducida. Esta base de datos contiene los elementos necesarios para hacer coincidir lo que el robot sensa con su posición espacial. Para que el método sea implementable de manera práctica redujimos el número necesario de coincidencias definiendo un sub-conjunto de la BD de imágenes original. Hay dos asuntos que deben tratarse para implementar tal solución: a) El número de elementos en cada subconjunto de imágenes a hacer coincidir y b) Las posiciones absolutas de cada uno de sus elementos. Una vez que se determinan, el proceso de las coincidencias es muy rápido y asegura la adecuada identificación de la posición del robot sin errores. Pero las dos metas mencionadas imponen conflictos de objetivo. Por un lado buscamos el conjunto más grande posible para que la identificación sea precisa. Por el otro, deseamos que sea lo más pequeño posible para que la identificación sea veloz. Estas condiciones constituyen un problema de optimización multi-objetivo. En trabajos pasados [1] usamos MOGA, un AG multi-objetivo. Minimiza el número de píxeles que el robot requiere para identificar la imagen.

## 2 Captura de Datos

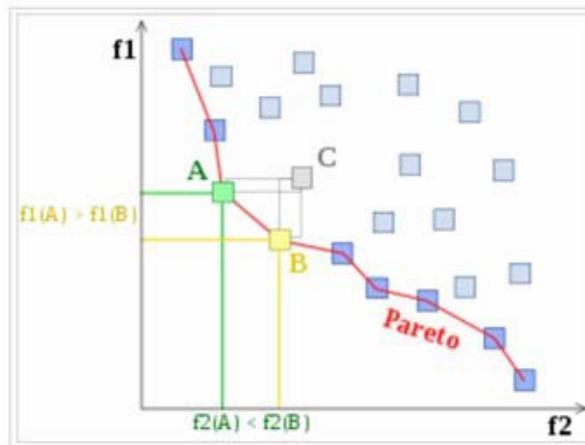
La idea básica de nuestro método es identificar la posición del robot de una colección exhaustiva de imágenes caracterizando el posible panorama total. El razonamiento es simple: dadas todas las posibles vistas que el robot puede confrontar, estará en posibilidad de saber su posición comparando su panorama actual con todas las imágenes plausibles (previamente capturadas). Este enfoque, sin embargo, se ve impedido por el asunto práctico de que hay demasiada información para que las comparaciones planteadas sean prácticas. Recordemos que el análisis de la BD debe llevarse a cabo en línea. Además, la BD debe ser local al robot. Por lo tanto, nos proponemos identificar el conjunto de píxeles más pequeño que nos permita la identificación buscada. Para lograr eso necesitamos un método de optimización que pueda encontrar a) El número mínimo deseado de píxeles y b) La posición de dichos puntos en el campo de vista del robot. Intuitivamente, a mayor precisión corresponden más píxeles. Por otra parte, si deseamos ser eficientes, necesitamos usar los menos píxeles posibles. Este es un entorno típico de un problema de optimización multi-objetivo con metas conflictivas. Al conjunto óptimo de puntos que satisfacen (a) y (b) un “cedazo”.

### 3 Frente de Pareto y Algoritmos Genéticos Multi-Objetivo

La mayor parte de los problemas cotidianos tienen que ver con múltiples objetivos. Una manera típica de lidiar estos problemas es combinar todos los objetivos en una función y darle a cada objetivo un peso específico [8]. Esto es inconveniente porque induce el problema de determinar los pesos relativos de cada una de las metas. Un enfoque diferente y sólido es modelar el problema como funciones objetivo para cada requerimiento (incluyendo las restricciones que se apliquen a cada meta). Puede ocurrir que las funciones meta estén en conflicto y que no exista una solución que las satisfaga a todas simultáneamente. En general, las soluciones de una función meta se relacionan de dos formas: ya sea que una de ellas domine a la otra o que ésta sea dominada por alguna de las otras (ver abajo). Esto nos conduce a un conjunto óptimo de posibles soluciones válidas que se conocen como las soluciones óptimas de Pareto o frente de Pareto [8].

Un vector de criterio  $y$  domina estrictamente (o "se prefiere") al vector  $y^*$  si cada parámetro de  $y$  no es mayor que el parámetro correspondiente de  $y^*$  y al menos uno de los parámetros es estrictamente menor. Es decir,  $y_i \leq y_i^*$  para cada  $i$  y  $y_i < y_i^*$  para algunas  $i$ . Esto se escribe  $y D y^*$  significando que  $y$  domina estrictamente a  $y^*$ . El

Frente de Pareto es, entonces, el conjunto de puntos de  $Y$  que no son estrictamente dominados por algún otro punto en  $Y$ .



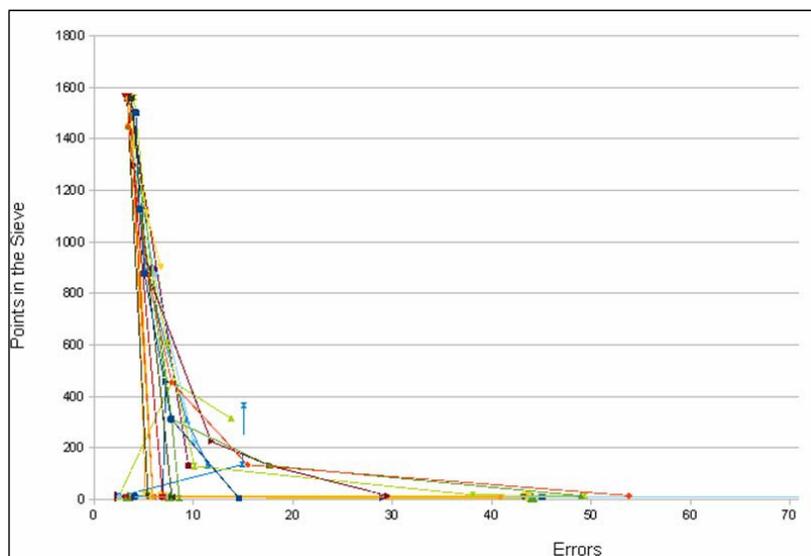
**Fig. 1.** Ejemplo de un Frente de Pareto.

En la figura 1 los puntos en cajas representas elecciones factibles y los valores

más pequeños se prefieren a los más grandes. El punto C no está en el Frente de Pareto porque está dominado tanto por el punto A como por el B. Los puntos A y B no están estrictamente dominados por ninguno otro y, por ello, están en la frontera.

Un método popular de encontrar el Frente de Pareto, actualmente, es usando MOGA (Multi-objective Genetic Algorithm). Los Algoritmos genéticos [9] son métodos de optimización que:

- a) Analizan un espacio de problema digitalizado.
- b) Atacan múltiples puntos del espacio de problemas simultáneamente.
- c) Trabajan con los códigos de las posibles soluciones (puntos) del espacio del problema.
- d) Evalúan cada punto de manera independiente.
- e) Combinan los códigos de los resultados parciales para producir nuevos puntos de exploración.
- f) Aleatoriamente alteran elementos seleccionados del código de los puntos. Usando MOGA optimizamos dos cosas:
  - a) Minimizamos el número de píxeles “p” requeridos para identificar una imagen, y
  - b) Minimizan la probabilidad de confundir una imagen con otra dados los píxeles elegidos en (a).



**Fig. 2.** Frente de Pareto del Problema Original

De MOGA encontramos la mejor solución en la generación 28 con un punto que determina el Frente de Pareto con 12 píxeles en el cedazo y un error de 2.4736.

#### 4 Nuevo Enfoque a la Optimización Multi-Objetivo

Un nuevo enfoque que proponemos para la solución de problemas multi-objetivo consiste en minimizar el error máximo de todas las funciones objetivo. Sin embargo para poder realizar la comparación entre los errores de las funciones objetivo es importante que los errores de dichas funciones tengan la misma magnitud.

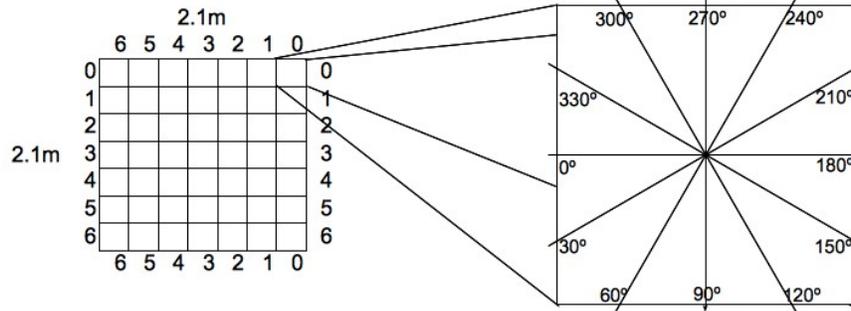
Este concepto lo aplicamos en el problema de localización de un robot descrito en la sección 2. Sin embargo en lugar de encontrar un frente de Pareto con el conjunto de soluciones posibles, deseamos encontrar la mejor solución.

Para esto utilizamos el Algoritmo Genético Ecléctico (EGA) [11]. Cada individuo es una propuesta del cedazo, el cual indica el número de píxeles (su tamaño) y su posición. Como ya se indicó en la sección 2, uno de los objetivos es a) minimizar el número de píxeles y b) minimizar el número de veces que los valores de estos píxeles se repitan. Estos dos valores se deben escalar de forma que puedan ser comparables. Para escalar estos dos valores tenemos que conocer cual es el número máximo que pueden tomar. El *fitness* del individuo es entonces el máximo de los dos valores antes descritos. El algoritmo genético se ejecutó con los siguientes parámetros: Población 25, Generaciones: 20, Pm: 1, Pc: 0.01 y una raíz de número aleatorio 17102015.

El algoritmo encontró una configuración de 31 píxeles con un error de 0.000269. Esta metodología difiere de las que se aplican en los AGs clásicos para este tipo de problema [1]. En este caso el algoritmo se aplica a dos variables pero, en general, es posible aplicarlo a cualquier número de ellas.

#### 5 Resultados

Para poder identificar la posición del robot debemos relacionar la imagen que este observando con las imágenes en la base de datos. Tomamos 8 imágenes aproximadamente en las mismas posiciones donde se tomaron las imágenes con las que se determino el cedazo. En la figura 3 se muestran las posiciones las que se tomaron las imágenes de la BD.



**Fig. 3.** Posiciones en las que fueron capturadas las imágenes de la BD.

El reconocimiento se hizo utilizando el cedazo de 31 pixeles obtenido anteriormente. Para determinar la similitud de las imágenes, calculamos la distancia promedio [12] entre los pixeles del cedazo de la imagen capturada y cada una de las imágenes de la base de datos.

En la Tabla 1 se muestran algunas de las imágenes capturas junto con su posición y las imágenes que fueron identificadas.

**Tabla 1.** Posiciones encontradas utilizando un cedazo e 31 pixeles.

**Imagen tomada de una posición conocida**

**Imagen identificada en la base de datos.**



**4x, 3y, 608**

**4x, 3y, 608**



**2x, 5y, 3008**



**2x, 5y, 3008**



**6x, 3y, 608**



**6x, 3y, 608**



**1x, 1y, 608**



**1x, 2y, 608**

---

En la Tabla 2 mostramos la eficiencia por coordenadas. La eficiencia del reconocimiento fue de 79%.

**Tabla 2.** Eficiencia por coordenadas

<b>Coordena</b>	<b>Eficienci</b>
X	75%
Y	62.5%
$\Theta$	100%

## 6 Conclusiones

Hemos presentado un método que nos permite atacar el problema de la optimización multi-objetivo sin necesidad de calcular, de manera explícita, el Frente de Pareto. Se basa en la aplicación de la norma  $L_\infty$  para determinar el valor peor-de-los-casos y, posteriormente, minimizar dicho valor usando un algoritmo genético. Al hacer esto estamos eligiendo, *a priori* el criterio de dominancia genérico y obteniendo los valores que maximizan dicho criterio. Esta estrategia garantiza que todas las variables del problema sean dominadas más que por una de ellas. En ese sentido esto equivale a aceptar que una de dichas variables (aquella cuyo valor máximo determina los mínimos de las otras) domine a todas las demás y nos lleva a la elección de los valores que satisfacen el criterio de dominancia. Esperamos hacer pruebas más amplias aplicando este criterio y aplicándolo a las funciones canónicas de validación para este tipo de problemas [13].

## Referencias

- [1] Kuri-Morales, Angel; Lopez, J. Ignacio; "A Novel Method to Determine a Robot's Position Based on Machine Learning Strategies," Artificial Intelligence (MICAI), 2011 10th Mexican International Conference on , vol., no., pp.97-101, Nov. 26 2011- Dec. 4 2011 doi:10.1109/MICAI.2011.41
- [2] Betke Margrit y Gurvits Leonid. Mobile Robot Localization Using Landmarks. IEEE Transactions on robotics and automation, vol. 13, no. 2, 251-263. April 1997.
- [3] Boley, D.L., Steinmetz, E.S., Sutherland, K.T. Robot localization from landmarks using recursive total least squares. Robotics and Automation, 1996. Proceedings., 1996 vol 2. 1381 – 1386.

- [4] Seong Jin Kim; Byung Kook Kim; , "Dynamic localization based on EKF for indoor mobile robots using discontinuous ultrasonic distance measurements," Control Automation and Systems (ICCAS), 2010 International Conference on , vol., no., pp.1912-1917, 27-30 Oct. 2010.
- [5] Hua Wu; Shi-Yin Qin; , "A new method of distance estimation for robot localization in real environment based on manifold learning," Wavelet Analysis and Pattern Recognition, 2007. ICWAPR '07. International Conference on , vol.2, no., pp.585-590, 2-4 Nov. 2007 doi: 10.1109/ICWAPR.2007.4420737.
- [6] Mitchell, M., An Introduction to Genetic Algorithms, MIT Press, 1998, ch. 4, Theoretical Foundations of Genetic Algorithms, pp. 96- 99.
- [7] *Portable Pixel Map specification*. (s.f.).Obtenido de <http://netpbm.sourceforge.net/doc/ppm.html>
- [8] C. Zopounidis and P.M. Pardalos (eds.), Handbook of Multicriteria Analysis, Applied Optimization, Chapter 10 On Multi-Objective Evolutionary Algorithms, 287-310 103, DOI 10.1007/978-3-540-92828-7\_10, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010 .
- [9] Kuri-Morales, A., The Application of Genetic Algorithms to the Evaluation of Software Reliability, pp. 100-120, IGI Global, Chis, M. Ed., 2010.
- [10] Hamming, R. W.: Error Detecting and Error Correcting Codes. Bell System Technical Journal. 26(2), 147-160 (1950)
- [11] Kuri-Morales, A., and Villegas-Quezada, C., "A universal eclectic genetic algorithm for constrained optimization." Proceedings of the 6th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing. Vol. 1. 1998.
- [12] J. I. Lopez, Similarity measures on A Method To Determine A Humanoid Robot Position Based On Machine Learning Strategies, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2011. 38-40
- [13] Chase, N., et al. "A benchmark study of multi-objective optimization methods." BMK- 3021.



# Manejo de Entornos Virtuales para la Obesidad Infantil Mediante el Sensor Kinect

Jesus García Hernandez, Marva Angélica Mora Lumbreras.

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,  
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México  
{jgh1993,marva.mora}@gmail.com  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 15 de Enero de 2016, Aceptado 16 de marzo de 2016,  
Versión final 19 de abril de 2016*

**Resumen** El manejo de entornos virtuales se puede enfocar en muchas áreas, una de ellas es para el acondicionamiento físico. La finalidad de este proyecto es utilizar entornos virtuales en un videojuego que puede llevarnos a lograr activación física a infantes en tercera dimensión, sin la adhesión de algún dispositivo en su cuerpo. Este artículo presenta el proyecto Bingo Body, videojuego desarrollado con mundos virtuales para activación física, mediante la manipulación por el sensor "Kinect".

**Abstract** Virtual environments is focused on different areas, one of them can be physical conditioning. The objective of this project is to use virtual environments in a video game with the intention of achieve physical activation in the infants using three dimensions, without additional devices in the user body. This paper presents Bingo Body, a video game developed with virtual environment for the physical activation via the "Kinect" sensor.

**Palabras Clave:** Obesidad Infantil, Kinect, Videojuego, Entorno Virtual.

**Keywords:** Childhood Obesity, Kinect, Video Game, Virtual environment

## 1. Introducción

Con el avance de la tecnología, han ido surgiendo nuevos periféricos de entrada que nos permiten interactuar con nuestros equipos de cómputo. La interacción más clásica se lleva a cabo con el teclado y mouse. Sin embargo, actualmente se puede tener otro tipo de interacción, se puede encontrar periféricos como WiiMote o PlayStation Move, cuyo objetivo inicial fue la interacción entre el individuo y la consola, teniendo resultados benéficos. En el 2010 nace un dispositivo inteligente llamado Kinect, capaz de reconocer un esqueleto completo del ser humano, con reconocimiento 3D, su interface permite interactuar con las aplicaciones sin necesidad de utilizar mandos o dispositivos en el cuerpo, sino que se basa en movimientos gestuales de las manos o el propio cuerpo como una forma de comunicación

Por otro lado, en México existe un número importante de infantes que padecen obesidad, de los cuales conforme el tiempo transcurre más daño existe en su cuerpo. El problema que se debe atacar tiene demasiados cuestionamientos, desde cómo realizar y obtener beneficios para aquellos infantes donde los causantes de este problema son la cultura alimentaria, el sedentarismo y las comunicaciones. Tratando de poner un granito de arena, es este proyecto se propone un videojuego interactivo cuya manipulación es por medio de movimientos corporales del niño capturados por medio del Kinect, en donde el niño pueda moverse en total libertad de acuerdo al juego propuesto y no este simplemente sentado.

## 2. Problemática en la Sociedad

México tiene un problema de obesidad, actualmente tiene el segundo lugar en Latinoamérica. Los estudios indican que el sobrepeso y la obesidad se asocian con grandes riesgos, como el incremento de enfermedades del corazón, enfermedades causadas por exceso de grasa corporal que pone a un infante en una situación de riesgo para su salud. La obesidad infantil, aumentó de forma drástica en estos últimos quince años, muchos de los casos se han identificado son por depresión, insatisfacción corporal, ansiedad y baja autoestima también existen tres teorías sobresalientes que son las siguientes:

Teoría Genética: Estudia los genes de ligamiento y asociación de la obesidad infantil [1].

Teoría Psicológica: Son factores que causan malos hábitos alimenticios como lo son depresión, ansiedad o emoción [2].

Teoría Sociocultural: Todo entorno social que rodea a una persona es

gran influencia para desarrollar obesidad [3].

### 3. Estudio de Factibilidad

Para el desarrollo del proyecto, es necesario el uso de recursos tecnológicos, por ello se realiza una evaluación detallada de la tecnología actual existente, donde se anexa información sobre ésta y la posibilidad de utilizarse en el desarrollo del proyecto. A continuación se hace un listado del software y hardware requerido:

Hardware de desarrollo:

- Kinect
- Computadora con procesador Dual-Core, 2.66

Software de desarrollo:

- Visual Studio 2010
- Microsoft .Net Framework 4.0
- SDK Beta 32 o 64 bits
- Open NI
- Blender
- Unity 3D

De acuerdo a las especificaciones la utilización de Hardware y Software generan costos, en la Tabla 1 se muestran los costos de herramientas tanto de software como de hardware.

**Tabla 1.** Costos

Recurso	Costos
Kinect	2300 pesos
Adaptador Usb	250 pesos
Librerías Direct X.11	Libre
Librerías Microsoft Visual C++	Libre
SDKs	Libre
Unity 3D	Prueba
Maya	Prueba
Blender	Prueba

Para garantizar el buen funcionamiento y que este impacte en forma positiva a los usuarios, se requiere:

- Tener un lugar amplio y adecuado para la utilización de Kinect.
- Tener una noción sobre videojuegos.
- Tener buenos reflejos corporales.

#### 4. Descripción de la Aplicación

Bingo Body, consta de tres niveles, en los cuales se tendrán distintos movimientos corporales capturados por el dispositivo Kinect, el proyecto esta desarrollado en Unity que es un motor gráfico 3D. En la Figura 1 podemos observar el menú principal el cual tiene las 5 opciones siguientes:



Figura 1. Menú Principal

**Menú Principal** el inicio del videojuego se muestra un cierto menú por el cual el usuario determinará la opción jugar.

**Niveles** El usuario puede observar su avance de los 3 niveles del juego.

**Información Alimenticia** podrá retroalimentar de acuerdo a consejos o guía de alimentación.

**Instrucciones** El usuario observa su avance de los 3 niveles del juego.

**Acerca** es la parte donde nos muestra y recomienda para un mejor funcionamiento del videojuego.

**Salir** donde permite al usuario abandonar el videojuego.

Este proyecto se enfoca en el desarrollo de un videojuego sobre la activación física llamado Bingo Body. En el que el usuario tendrá la misión de ayudar a Pedrito en su preparación para el maratón escolar.

Nivel 1.-Ayuda a Pedrito!!!!

Pedrito necesita una buena preparación tanto física y alimenticia, padece de obesidad infantil por el cual se le dificultan realizar ejercicio, en el

juego existen obstáculos que pueden lastimarle su cuerpo, por lo que el jugador debe ayudarlo a que no choque con los obstáculos.

Nivel 2.-Mejorando la alimentación de Pedrito

Pedrito necesita una buena alimentación para un mejor rendimiento, es necesario recolectar manzanas, durante este nivel, hay objetos congelados que pueden lastimar a Pedrito, se debe evitar durante todo el camino hasta llegar a la meta.

Nivel 3 Preparación final para el maratón infantil.

Pedrito necesita llegar con su amiga Luisa, para ello necesita recorrer el pueblo y la ciudad, por lo que debe estar alerta por los obstáculos que pueden evitar su preparación del maratón infantil.

En la Figura 2 se muestra el menú donde el usuario será capaz de seleccionar el nivel o en dado caso regresar al menú principal.



Figura 2. Niveles

La Figura 3 muestra la interface donde se incluyen la barra de vida, estado de conexión del usuario, puntaje y un entorno agradable con diferentes obstáculos y objetos 3D.



Figura 3. Slider de Instrucciones

La Figura 4 presenta el primer nivel , donde el jugador debe ayudar a Pedrito en su preparación física para ello tendrá que realizar esquivaciones reales así como mover su cuerpo de derecha a izquierda.



**Figura 4.** Nivel 1 -Esquivaciones Corporales

La Figura 5 presenta el segundo nivel, donde Pedrito requiere alimentarse bien, por lo que el usuario lo debe ayudar a recolectar manzanas. En esta escena se trabaja con desplazamiento de izquierda a derecha generando sus propios movimientos corporales y esquivando obstáculos.



**Figura 5.** Nivel 2 - Recolección de Fruta

En el último nivel Pedrito debe llegar a la meta donde Luisa lo espera, como en los niveles previos, el tercer nivel presenta varios obstáculos que el usuario debe evitar para no causarse daño. Durante esta escena, debe recolectar naranjas para llegar sano al maratón infantil. Para este nivel se incluyeron ciertas curvas donde el usuario se desplaza, se utilizaron arboles, construcciones, fuente, aviones, etc. todos ellos con texturas que lo hacen ver un videojuego infantil, ver Figura 6.

A lo largo del juego se presenta información alimenticia, como se puede ver e la Figura 7.



**Figura 6.** Nivel 3 - Camino al maratón infantil

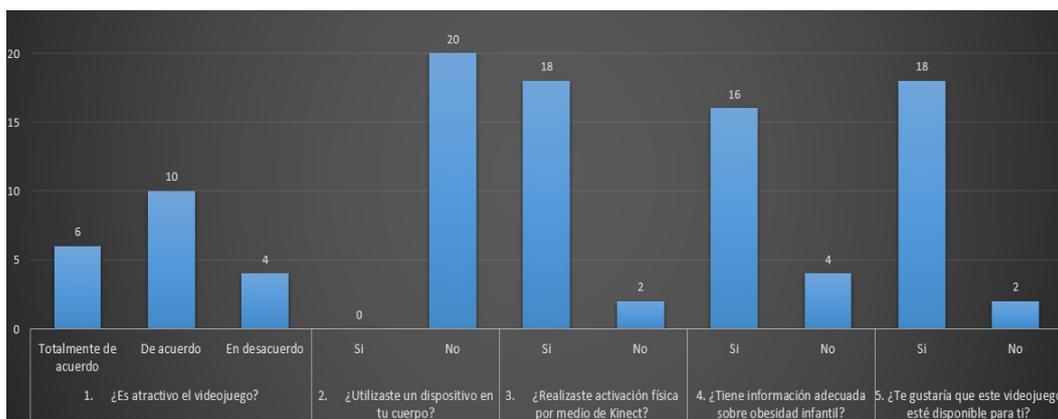


**Figura 7.** Slider de Información Alimenticia

## 5. Pruebas

El videojuego se sometió en diferentes formas de trabajo, diferentes computadoras, diferentes sistemas operativos, diferentes espacios físicos para probar el kinect, además se hicieron pruebas con usuarios con edades de entre 9 y 13 años. Las pruebas fueron hechas para la identificar errores y fallas en los movimientos corporales durante la ejecución del sensor Kinect. Una vez concretados los resultados se analizaron de acuerdo a su diseño para asegurarse que todo funcione correctamente, ver Figura 8.

### 5.1. Resultados



**Figura 8.** Resultados de Encuesta

Durante las pruebas realizadas con los usuarios los resultados fueron satisfactorios, ya que no hubo problemas durante su funcionamiento tanto de software y hardware, lo cual si cumple con las expectativas que se esperaban, como por ejemplo un videojuego de Kinect permite que el usuario realice activación física, Bingo Body proporciona información alimenticia, por los comentarios de los usuarios el videojuego lo encontraron atractivo e interesante, así como alabaron la interactividad por medio de los movimientos corporales, y sin utilizar dispositivos en su cuerpo.

## 6. Conclusion

Se ha presentado la propuesta sobre el diseño de prototipo con el fin de realizar activación física. El prototipo propuesto utiliza la tecnología del Kinect, ya que es un sensor que interpreta movimientos y gestos del jugador. En la actualidad existen diferentes tipos de herramientas orientadas para infantes, para su mejora de su calidad de vida, los cuales deben ser aprovechados para evitar el sedentarismo infantil.

La aplicación de este prototipo es plenamente funcional. Es decir, permite al usuario realizar dinámicas en una forma satisfactoria, pero se requieren mejoras con el tiempo. Las posibilidades se hacen prácticamente infinitas, para la creación de cualquier tipo de movimiento. La aplicación puede ser ampliada como trabajo futuro.

## Referencias

1. Marti A, Genetica de la obesidad en humano: rumbos de investigacion, Rev Esp Obes, 2004, pp. 351-362.
2. Holme I, Análisis de estudios rdbdomizados que evalúan el efecto de la reduccion del colesterol en mortalidad total y la incidencia de enfermedad coronaria, Circulation 82, 1990, pp. 1916-1924.
3. Busdiecker S, Cambios de hábitos de alimentación durante la infancia, nd, 2000.
4. Azcona C, Romero A, Bastero P y Santamaria E, Obesidad Infantil, Rev Esp Obes, 2005, pp. 26-39.
5. Cole M, The networked consumer: a critical review and assessment, Journal of Customer Behaviour, 2007, pp.5.
6. Cooper A, El usuario arquitectónico: creación y uso de personajes en el diseño de productos. Wiley Publishing, 2007.
7. Maria Fernandez Segura, Manejo practico del niño obeso y con sobrepeso en pediatria de atencion primaria, Rev Foro Pediátrico, 2005, pp. 61-69.



# Libro digital de Fundamentos de Programación utilizando mundos virtuales como estrategia de enseñanza.

Jesús Ariel Pedraza Molina, Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,  
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México  
{jesusarieluatx,marva.mora}@gmail.com  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 15 de Enero de 2016, Aceptado 16 de marzo de 2016,  
Versión final 19 de abril de 2016*

**Resumen** La programación es un tema que debe ser parte de la educación de los estudiantes actuales, es por ello que desde hace tiempo se imparte, desde el nivel medio superior. En el nivel secundaria se ha descuidado este aspecto, por lo que es necesario desarrollar herramientas que permitan a estudiantes de este nivel, iniciar sus conocimientos en programación de computadoras. Los libros digitales son una gran herramienta, pues permiten la utilización de multimedia, lo que los hace poderosos aliados en la educación. La programación orientada a objetos (POO) es fundamental en la programación actual, pero al mismo tiempo un tanto complejo para alumnos de secundaria, por lo que es interesante auxiliarse de una herramienta más para facilitar el aprendizaje: Mundos Virtuales. El presente trabajo muestra un libro digital que combina la teoría de la POO y los mundos virtuales basados en el software Alice.

**Abstract** Programming is an issue that should be part of the education of all the students, due to this, it is imparted from long ago at the high school level. At the secondary level, this aspect has neglected, so it is necessary to develop tools that allow students of this level, start some practices in programming. Digital books are a key tool in education, because they include multimedia tools such as videos, images, text, etc. Object-Oriented programming (OOP) is important in the current programming, but is complex for high school students, so it is interesting to include a tool to facilitate learning: Virtual Worlds. This paper presents a digital book that combines the theory of OOP and virtual worlds based on the Alice software.

**Palabras Clave:** Libro Digital, Mundos Virtuales, Programación Orientada a Objetos, Software Alice, Educación

**Keywords:** Digital Book, Virtual Worlds, Object-oriented Programming, Alice Software, Education.

## 1. Introducción

Un libro digital se puede entender como la versión digitalizada de un libro impreso, aunque recientemente muchas publicaciones no cumplen con esta última característica, pues en su origen nunca estuvieron impresos en papel. Los antecedentes del libro digital se remontan a 1949, cuando Ángela Ruiz Robles patenta la enciclopedia mecánica, siendo el primer antecedente del libro electrónico actual. En 1971, se creó el proyecto Gutenberg, que tenía la meta de digitalizar libros y ponerlos a disposición de manera gratuita. En 1993 es registrado un programa de libros digitales, Digital Book, en ese mismo año nace Bibliobytes. En 1995 el portal Amazon inicia la venta de libros a través de internet. Para 2009 aparece neotake.com, el primer buscador de libros electrónicos en internet. En el mismo año la cadena norteamericana Barnes & Noble lanza Nook, un dispositivo lector de libros electrónicos basado en Android. En 2010, Apple presenta el dispositivo iPad, ofreciendo libros electrónicos en su tienda en línea y específicamente en México, la popular cadena de librerías Gandhi lanza su lector Cybook Opus [1]. En realidad, la digitalización ha ido desplazando a los libros tradicionales, pues ofrece más ventajas, incluyendo el aspecto ecológico.

Por otro lado, la computación se ha incluido desde hace años a nivel secundaria, pero es muy común que las escuelas de este nivel se limiten a utilizar suites ofimáticas como parte de su plan de estudios, y poco se enseña de programación, cuando es precisamente en este nivel educativo donde la programación debe comenzar a impartirse de manera formal y básica, por lo que este proyecto busca complementar la enseñanza de los Fundamentos de la Programación por medio de un libro digital utilizando como metáfora mundos virtuales realizados en Alice. Alice es un software desarrollado por la Universidad Carnegie Mellon que permite la creación de mundos virtuales 3D, en un entorno fácil e intuitivo, siendo que los mundos virtuales están causando gran impacto en la actualidad y que ofrece grandes ventajas por ser muy visuales.

## **2. Trabajos Relacionados**

### **2.1. Computo Tutorial For Kids**

Es una serie de libros digitales interactivos que introduce a los estudiantes al mundo de la computación, explicando los conceptos básicos del hardware: tarjeta madre, microprocesador, memoria RAM, disco duro, unidad óptica, etc. así como los diversos dispositivos periféricos que se pueden conectar, ya sea en red o por USB. Respecto al software, incluye tutoriales para el sistema operativo Windows y para la suite ofimática Microsoft Office. Ofrece cuestionarios en cada lección para reforzar los conocimientos adquiridos, estos libros digitales están diseñados especialmente para niños de primaria y secundaria [2].

### **2.2. Habilidades Digltales SM**

Es una serie de 3 libros para nivel aecundaria que introduce al alumno a la utilización responsable de las TICs. Les permite adquirir las competencias necesarias para ser una persona creativa, que sepa buscar, analizar y evaluar información y con ello tomar decisiones adecuadas y poder transmitir las, todo ello con la ayuda de los medios digitales disponibles [3].

### **2.3. El Submarino de Scott**

Se trata de un libro interactivo con un nivel de gráficos excelente, dirige al usuario por un viaje a través del océano. Los personajes principales son: un jovencito llamado Scott, su gato Jazz y su amiga Aiko, quienes a través de 37 páginas interactivas, ilustradas y ambientadas con sonido, muestran la vida en el océano y las maravillas de éste, se complementa con 17 fichas descriptivas de diferentes seres marinos, como la estrella de mar, anémona marina, entre otros. Además del español, está en francés e inglés [4].

## **3. Libro digital de Fundamentos de programación utilizando Mundos Virtuales**

El Libro digital de Fundamentos de Programación utilizando Mundos Virtuales como estrategia de enseñanza, busca enseñar los fundamentos de la Programación Orientada a Objetos (POO) con el lenguaje C++. El desarrollo del libro se realizó con: HTML5, CSS3, jQuery, JavaScript, Alice y Notepad.

En la Figura 1 se presenta el contenido del libro digital dividido en 6 temas con sus respectivos subtemas [5].



Figura 1. Diagrama del libro

Dado que el libro virtual esta hecho en HTML, es posible utilizarlo prácticamente en cualquier computadora reciente con o sin conexión a internet. Es importante mencionar que a lo largo del libro se puede tener textos introductorios y descriptivos, con códigos de ejemplo interacción con mundos virtuales y una navegación simple por medio de teclas y ratón, ver Figura 2.

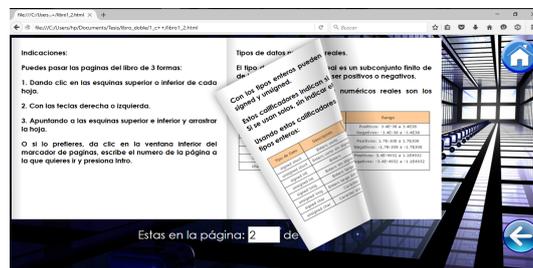
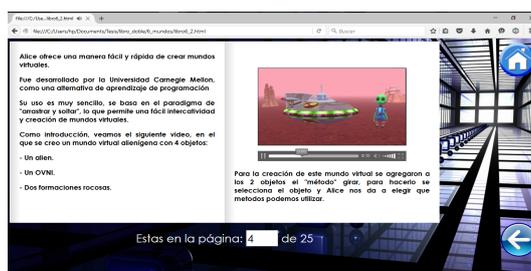


Figura 2. Libro de Fundamentos

Para captar la atención de los estudiantes, se incorporarán ejemplos, imágenes de apoyo y videos con mundos virtuales realizados en Alice como metáfora en la enseñanza de la POO.



**Figura 3.** Inclusión de Alice como metáfora en la enseñanza de la POO.

#### 4. Pruebas de Usabilidad y Resultados

Los test de usabilidad permiten evaluar los diferentes aspectos de un sistema y que el usuario asigne un valor a cada uno de ellos, en este caso la escala es de 5 a 10. Los test se aplicaron en alumnos de nivel secundaria del Colegio Isaura Mora Ramos, específicamente de 2° grado, pues es el grado y nivel para el que se pensó este libro digital. Sin embargo, puede ser utilizado en otros grados y niveles educativos superiores. Las edades de los alumnos están entre los 13 y 14 años. Se les pidió que utilizaran el libro digital, para ello se instaló en cada uno de los equipos del centro de cómputo de la institución, como dato adicional, es posible la instalación en red por medio de un servidor, utilizando XAMPP o Wamp, no se hizo de esta manera porque las computadoras no tienen cableado de red ni conexión inalámbrica. Al término del uso del libro se les dio la indicación de contestar los test que se prepararon para obtener la información correspondiente. Las pruebas y resultados se muestran a continuación:

**Tabla 1.** Orientación de tareas

<b>Test de Orientación de tareas</b>
1. La información es presentada en un orden lógico, simple y natural.
2. Las actividades aprovechan las fortalezas del usuario y de la computadora.
3. El software hace que la experiencia del usuario sea fácil y rápida.
4. El uso de metáforas es fácilmente entendible por el usuario.
5. El software es fácil de explorar.



**Figura 4.** Resultados del test Orientación de tareas

**Tabla 2.** Confianza y credibilidad

<b>Test de Confianza y credibilidad</b>
1. Cada ventana parece pertenecer a un mismo software.
2. El contenido es fresco y actualizado.
3. El software está libre de errores tipográficos y de errores ortográficos.
4. El diseño visual complementa a la marca del software.



**Figura 5.** Resultados del test Confianza y credibilidad

**Tabla 3.** Contenido y escritura

<b>Test de Contenido y escritura</b>
1. El software tiene contenido único y atractivo.
2. El contenido ha sido específicamente creado para el software.
3. El hipertexto ha sido usado apropiadamente en la estructura del contenido.
4. Las ventanas son rápidas de examinar, con títulos grandes, subtítulos y párrafos cortos.
5. Las etiquetas de los botones y botones comienzan con palabras de acción.



**Figura 6.** Resultados del test Contenido y escritura

**Tabla 4.** Diagramación y diseño gráfico

<b>Test de Diagramación y diseño gráfico</b>
1. Los componentes gráficos son usados apropiadamente.
2. Las fuentes son legibles.
3. Los botones están ubicados en el mismo lugar en todas las ventanas .
4. Las características que atraen la atención (como las animaciones) son usadas cuando son relevantes.
5. Los íconos visuales mantienen una armonía .



**Figura 7.** Resultados del test Diagramación y diseño gráfico

**Tabla 5.** Navegabilidad

Test de Navegabilidad
1. Existe una manera obvia para retornar al inicio.
2. Es fácil de navegar en la mayoría del software.
3. Las opciones de navegación son ordenadas en la manera más lógica.
4. El sistema de navegación es amplio y sencillo.
5. La estructura es simple y sin niveles innecesarios.
6. La mayoría de secciones del software están disponibles en todas las ventanas.
7. Existe una buena retroalimentación para el usuario.



**Figura 8.** Resultados del test Navegabilidad

Como se puede observar en los resultados obtenidos, el libro logró buenas calificaciones en los diferentes aspectos evaluados. Es importante mencionar que por la edad de los usuarios que utilizaron el libro, en algunos aspectos se vio una marcada diferencia de calificación, lo que

para algunos está bien, para otros no tanto, principalmente en el aspecto visual y de navegación, así también, mientras que algunos de ellos les agrada más el contenido a otros les gusta más la presentación. En general los resultados obtenidos son alentadores, pues muestran el gran potencial del libro utilizando mundos virtuales.

## 5. Conclusiones

El tema de programación no es fácil de impartir en las escuelas de este nivel, la principal razón es la edad de los alumnos, si bien es cierto que son hábiles en el manejo de diferentes dispositivos, la programación no es un tema que sea de interés para todos ellos, pues se limitan solo a utilizarlos, pero es precisamente su habilidad en controlar lo que ven tanto en móviles como en computadoras lo que hace del presente libro, una aplicación de interés para ellos.

Un aspecto importante para el desarrollo de este libro, fue contar con software libre, así como código fuente que permitió la implementación de un sistema que podría tener un costo, que lo dejaría, en muchos casos, fuera del alcance de las escuelas.

La creación de material educativo agradable, ameno y confiable es fundamental para lograr mejores resultados. El presente trabajo ofrece una manera diferente de aprendizaje y consulta para estos alumnos, pues prácticamente no utilizan libros tradicionales, su principal fuente de consulta es internet.

## Referencias

- [1] Acosta, N. (2010). Breve historia del libro digital. 03/03/2016, de El Economista Sitio web: <http://eleconomista.com.mx/tecnociencia/2010/09/30/breve-historia-libro-digital>. Fecha de última recuperación: 15 de marzo de 2016.
- [2] Krismar Educación. (2014). Tutorial for Kids. Disponible en: [http://www.krismar.com.mx/PDFs/paquetes/Tutorial\\_for\\_Kids.pdf](http://www.krismar.com.mx/PDFs/paquetes/Tutorial_for_Kids.pdf). Fecha de última recuperación: 15 de marzo de 2016.
- [3] Astorga, M. y Salazar, A. (2010). Habilidades Digitales SM. Ediciones SM. Disponible en: [http://www.habilidadesdigitales-sm.com.mx/libros\\_digitales](http://www.habilidadesdigitales-sm.com.mx/libros_digitales). Fecha de última recuperación: 15 de marzo de 2016.
- [4] Parguey, V. y Rousell, M. (2013). El submarino de Scott. Squareigloo. Disponible en: <http://www.squareigloo.net/es/apps>. Fecha de última recuperación: 15 de marzo de 2016.
- [5] Fernández, C. (2015). Programación Orientada a Objetos con C++. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Disponible en: [http://www.utm.mx/~caff/doc/Notas%20POO%20\(2000\).pdf](http://www.utm.mx/~caff/doc/Notas%20POO%20(2000).pdf). Fecha de última recuperación: 15 de marzo de 2016.



## SICOBÍ: Sistema de Control de Biblioteca

Maria Isabel Verónica Torres Arévalo, Marva Angélica Mora  
Lumbreras, Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,  
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México  
{isabel.torres.arevalo}@gmail.com- {marva.mora}@gmail.com  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 15 de Enero de 2016, Aceptado 16 de marzo de 2016,  
Versión final 19 de abril de 2016*

**Resumen** Este trabajo presenta la implementación y ejecución del Sistema de Control Bibliotecario (SICOBÍ) mediante la descripción de los procesos de programación realizados en la biblioteca del Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios número 061, para atender las necesidades de acceso a información de los actores del proceso de enseñanza aprendizaje y así permitir el desarrollo de competencias en los estudiantes.

**Abstract** This document presents the implementation and execution of Sistema de Control de Biblioteca (SICOBÍ) by describing the processes performed in the library of Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios número 061, to meet the needs of access to information of stakeholders in the process teaching and learning and allow the development of skills in students.

**Palabras Clave:** Base de Datos, Bibliografía, Especialidades, Competencias, Estudiantes, Unidad por Área de Conocimiento.

**Keywords:** Database, Bibliography, Specialties, Skills, Students, Knowledge Area Unit.

## 1. Introducción

Los avances científicos y sobre todo los tecnológicos, de las últimas décadas en México, han transitado del ámbito privado al público debido a la necesidad de acceder a la información de manera eficaz y efectiva. Inicialmente se manejaron programas a fin de dar transparencia a las actividades de las instituciones dependientes de gobierno, después con el fin de sistematizar procesos y hoy en día con el objetivo de tener acceso a la información de manera casi inmediata.

Por ello el Consejo para la Evaluación de Educación Media Superior (COPEEMS, 2013) establece la necesidad de que los planteles del nivel medio superior cuenten con fuentes de información que refuercen aporten, apoyen o complementen los programas de estudio por unidades de áreas de conocimiento (UAC), dichas fuentes deben de estar orientadas a favorecer los procesos de enseñanza aprendizaje así como el desarrollo de las competencias.

De lo anterior emana este trabajo cuyo objetivo principal es presentar la implementación y ejecución del Sistema de Control Bibliotecario (SICOBI) mediante la descripción de los procesos de programación realizados en la biblioteca del Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios número 061, para atender las necesidades de acceso a información de los actores del proceso de enseñanza aprendizaje y así permitir el desarrollo de competencias en los estudiantes.

En primer lugar, se presenta el estudio de Factibilidad que este sistema generó en su instalación, así como en la interfaz y carga del sistema. La instalación y configuración del servidor web y la prueba de funcionalidad que permitió solventar correcciones del código y por último la obtención de la información específica obtenida por medio de reportes generados en el sistema en formato pdf y hoja de cálculo.

## 2. Trabajos Relacionados

Hoy en día existen a disposición algunos sistemas relacionados con el control de material bibliográfico, mismos que se presentan en la tabla 1, donde se visualiza que comparten características en cuanto a la arquitectura, tipo de licencia, interfaz y visualización, mientras que algunos como el Koha, OpenBiblio y PMB difieren en la base de datos y en el

sistema operativo del GNUteca y MarcoPolo. Lo anterior permite el acceso a información referente a bibliografías.

**Tabla 1.** Características Generales de Sistemas Bibliotecarios

	<b>KOHA[1]</b>	<b>OpenBiblio[2]</b>	<b>PMB[3]</b>	<b>GNUteca[4]</b>	<b>MarcoPolo[5]</b>
BASE DE DATOS	MySQL	MySQL	MySQL	Postgres o MySQL	WinIsis
SISTEMA OPERATIVO	GNU/Linux, Windows, MacOSX	GNU/Linux, Windows, MacOSX	GNU/Linux, Windows, MacOSX	Linux, Windows	Linux, Windows
VISUALIZACIÓN	Cualquier Navegador	Cualquier Navegador	Cualquier Navegador	Cualquier Navegador	Cualquier Navegador
INTERFAZ	WEB	WEB	WEB	WEB	WEB
IDIOMA ORIGINAL	Inglés	Inglés	Francés	Portugués	Español
TIPO DE LICENCIA	GNU GPL	GNU GPL	GNU GPL	GNU GPL	GNU GPL
ARQUITECTURA	Cliente - Servidor	Cliente - Servidor	Cliente - Servidor	Cliente - Servidor	Cliente - Servidor

Sin embargo, estos sistemas integrales, no se adaptan a las necesidades que requiere la biblioteca del Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No.061 para dar servicio a estudiantes de manera eficaz y eficiente en el apartado de generar reportes con base a los programas de estudio [6] de las unidades de áreas de conocimiento (UAC). No obstante, se han considerado algunas de las características de los sistemas en comento para la implementación del sistema en la biblioteca de la institución educativa.

### 3. Objetivo del Proyecto

La implementación del Sistema de Control Bibliotecario (SICOB) en el Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No.061 tiene como propósito optimizar y automatizar los procesos bibliotecarios, mediante el uso de las tecnologías de la información y comunicación, lo anterior para lograr, que tanto el encargado de la Biblioteca escolar como los usuarios, obtengan la información precisa y concreta en reportes claros y accesibles de la bibliografía existente.

“SICOBI” es un sistema de funcionamiento simple debido a que el tipo de biblioteca permitió solo un sistema de red local. Sin embargo, se pueden considerar en posteriores momentos y conforme a las necesidades que se vayan generando, ampliarse en la web y optimizar su uso, sin dejar de ser una opción económica, versátil y útil para lograr un control bibliográfico adecuado en bibliotecas con procesos de funcionamiento arcaicos.

Con la implementación de “SICOBI” además de mejorar el servicio y control de material bibliográfico, se cumple con uno de los requisitos estipulados por la COPPEMS (2013) de que la institución educativa de nivel medio superior en mención, cuente con servicio bibliotecario utilizando herramientas tecnológicas para el ingreso al Sistema Nacional de Bachillerato, con características específicas que a pesar de existir sistemas integrales para el control de material bibliográfico no cumplen con las expectativas.

#### **4. Estudio de Factibilidad**

El Sistema “SICOBI” (Sistema de Control de Biblioteca) se perfila como una opción para dar solución a la problemática que presenta el registro y control de libros, así como la generación de información oportuna y específica en la biblioteca del Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios número 061. Para ello, se realizó una evaluación del hardware y software del que dispone ésta área, determinando la posibilidad de utilizarla para el desarrollo e implementación del sistema, donde se identificó que los recursos técnicos de hardware disponibles en esta biblioteca son suficientes para implementar el “SICOBI” pues permiten la instalación, ejecución y vinculación de este, ejecutándose eficientemente con base a las necesidades operativas de esta biblioteca.

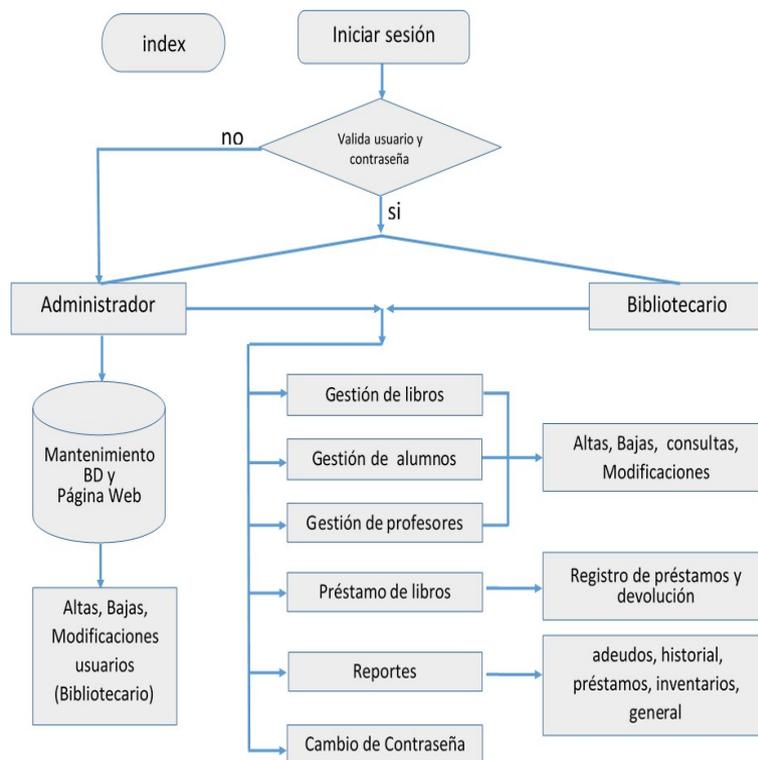
Los recursos técnicos del software se conforman por el navegador “MOZILLA FIREFOX, EXPLORER Y GOOGLE CHROME”, como editores de texto se utilizan el block de notas con “Notepad++” y el “Sublime Text”, como sistema operativo se tiene al “Windows 7 Ultimate”, y como sistema gestor de base de datos se ocupó MySQL con un servidor local “WAMP”.

Por tanto, se requiere una inversión mínima ya que el plantel cuenta con la infraestructura, el equipamiento y el software necesario para su operatividad, respecto al costo de personal se cubrirá bajo convenio con la institución quien designará a una persona que realice la imple-

mentación del programa y otra que interactuará con él y sus resultados de manera cotidiana. También se definió la capacidad que el operador y el usuario deben tener para interactuar con este sistema y optimizar su aprovechamiento.

### 5. Metodología de la Implementación del Sistema

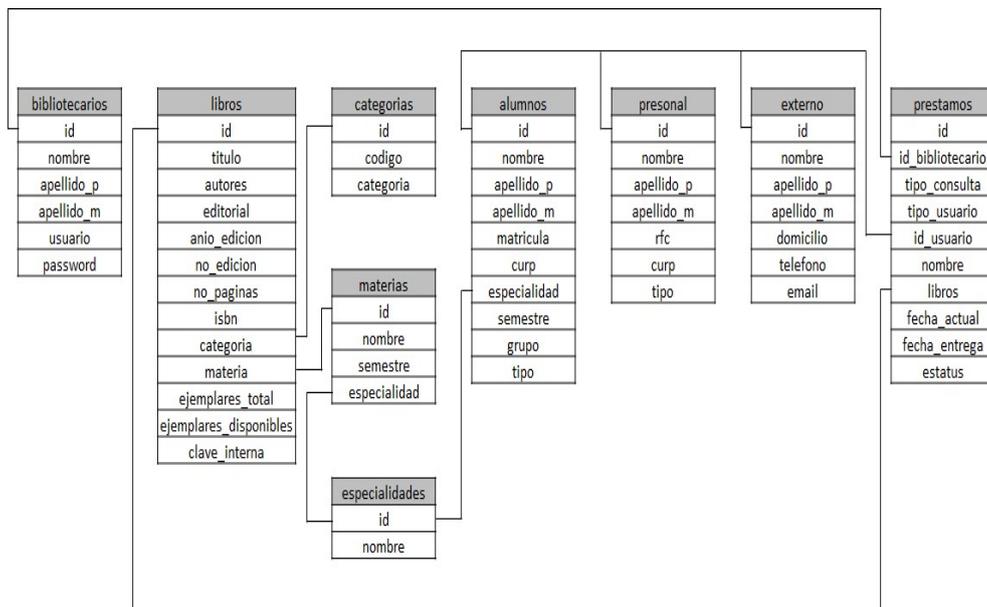
El desarrollo de “SICOBÍ” se observa mediante el modelo que se presenta en la Figura. 1 (Diagrama General de SICOBÍ), el cual presenta el proceso que se sigue en el sistema una vez que el usuario se autentifica para ingresar al sistema por medio una interfaz web, SICOBÍ está dividido en módulos, los módulos de gestión de libros, alumnos y profesores son la base de la información requerida para que el módulo de préstamos retome los datos necesarios para que se lleve el control en el servicio y proporcione la información que se apega a los requerimientos en el módulo de reportes.



**Figura 1.** Diagrama General de“SICOBÍ”.  
Fuente: Propia Autoría, 2016.

La información obtenida del sistema se apega a las necesidades particulares de la biblioteca de la institución educativa en mención, cabe aclarar que aunque existen sistemas integrales que permiten el control de un centro bibliotecario, sus características son generales y no cubren los requerimientos que en lo particular la institución educativa de nivel medio superior CBTIS No.061 requiere.

Por tanto, en la estructura relacional que compone a “SICOBI” (Ver Figura. 2), se definen y distribuyen las tablas que habrán de contener los datos necesarios que se ven involucrados para el servicio de préstamos y en consecuencia en la obtención de los reportes que contienen la información respecto de los préstamos realizados, la bibliografía existente acorde a los planes y programas de estudio de las especialidades o carreras que se ofertan, además de obtener datos respecto a los libros más consultados por asignatura o por área de conocimiento y por semestre de la institución educativa del Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No. 061.

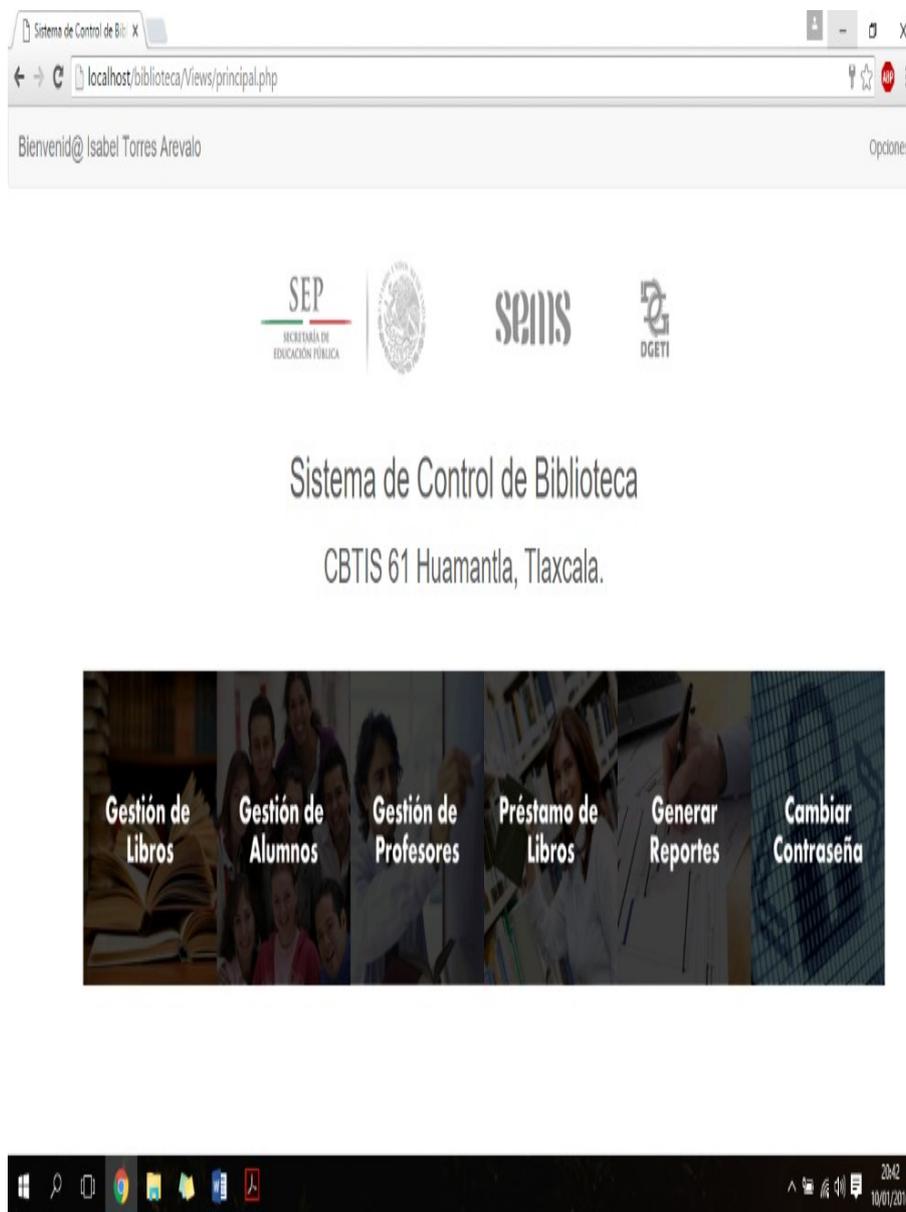


**Figura 2.** Diagrama Relacional del Sistema “SICOBI”.

Fuente: Propia Autoría, 2016.

## 6. “SICOBÍ”: Sistema de Control de Biblioteca

La interfaz gráfica que presenta el sistema “SICOBÍ”, es muy sencilla e intuitiva para el o los encargados de la biblioteca (Ver Figura. 3), presenta seis módulos de los cuales el gestor de libros, el de alumnos y el de profesores permiten que el encargado de la biblioteca alimente las bases de datos y posteriormente pueda manipular la información en el módulo de préstamos de libros.



**Figura 3.** Módulos del Sistema  
Fuente: Propia Autoría, 2016.

Otro apartado a atender fue el de Reportes, el cual permite obtener los reportes en referencia a préstamos, inventarios, historial de préstamos y el reporte general en donde se detalla información acerca de los libros más solicitados por semestre, asignatura o por área de conocimiento, en éste módulo de reportes los archivos electrónicos que se descargan son en

formato de tipo PDF (formato de documento portátil) y hoja de cálculo éste último facilita al encargado de la biblioteca que la información pueda ser trabajada o modificada de una forma independiente del Sistema de Control de Biblioteca. (Ver Figura 4).

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'Reporte\_General (5) - Excel'. The table contains the following data:

Segunda Sección						
"N/D" o "No disponible".						
Bibliografía básica: Por cada asignatura o UAC enliste los títulos disponibles de acuerdo con su programa (uno por cada fila).						
Título	UAC o asignatura en la que se utiliza con mayor frecuencia	Fecha de publicación	Clasificado	No Clasificado	Número de Ejemplares	Razón de ejemplares por número de alumnos
Semestre 1						
Química I	Química I	2005	X		3	
Semestre 2						
Bioquímica	Química II	2012	X		3	
Semestre 3						
Teoría Económica - Microeconomía	Modulo II Administración de Recursos Humanos	1984	X		3	
Semestre 4						
Mantiene Sistemas Electrónicos que contienen PLC	Modulo III Electronica	2013	X		2	
Introducción al diseño de Patrones	Modulo III Logistica	2007	X		2	
Semestre 5						
Introducción a las Ciencias Sociales (sociedad y cultura contemporánea)	Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores	1998	X		2	
Semestre 6						
TEORIA ECONOMICA - MICROECONOMIA	Asignatura Propedeutica II Administración de Recursos Humanos	1984	X		3	
Corte de Piezas Prendas de Vestir (guía del alumno)	Modulo V Logistica	2001	X		1	

**Figura 4.** Reporte general en formato hoja de cálculo  
Fuente: Propia Autoría, 2016.

Realizado el análisis de factibilidad se prosiguió con la implementación y ejecución del sistema a fin de consolidar o en su defecto reprogramar las incidencias y generar en primer momento satisfacción a los usuarios (bibliotecario y estudiantes) en cuanto al acceso a información bibliográfica; y en segundo instante, generar los reportes correspondientes a préstamos y uso de bibliografía.

## 7. Pruebas

En referencia a las pruebas realizadas posteriores a la aplicación y ejecución se tienen las pruebas funcionales, pruebas de interfaz de usua-

rio, de configuración de acceso y seguridad, y las de carga, obteniendo en su mayoría resultados apropiados que atendieron las acciones que se indicaron en cada función.

Los resultados obtenidos de estas pruebas recayeron en las pruebas de funcionalidad al ocurrir un error de visualización en el módulo de préstamos y por consiguiente en los reportes ya que repetía el primer registro de préstamo cada vez que se ingresaba otro registro, simulando a la vista un error de consistencia en la base de datos, sin embargo ésta deficiencia se corrigió desde el código pues en las bases de datos los registros no eran afectados.

Otro error arrojado en las pruebas fue de configuración del servidor web, se corrigió cambiando la versión del servidor local y realizando la configuración correspondiente.

Otros de los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que arrojaron la información que se había esperado obtener, como son reportes en formatos de tipo hoja de cálculo y PDF, que reflejan el registro de adeudos, historial de préstamos e inventarios, además de obtener reportes de los libros más consultados por área de conocimiento o asignatura y por semestre, en consecuencia se logró un mejor control en el proceso del servicio de préstamo de material bibliográfico.

Se puede resumir que las pruebas aplicadas al Sistema de Control de Biblioteca "SICOBI" cumple con las expectativas planteadas en el objetivo, así como las que se describen en el manual para ingreso al Sistema Nacional de Bachillerato [7], arrojando resultados aceptables por parte de los usuarios.

## 8. Conclusiones y Trabajos Futuros

A manera de conclusión se puede decir que a través de los datos recabados, el análisis realizado y el uso de las tecnologías de la información y comunicación, a estos se concluye que la implementación del "SICOBI" es una opción real para la automatización del control bibliográfico de la biblioteca del Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No. 061, aunque sea solo en forma local, con la implementación del sistema se tiene la capacidad de mejorar las necesidades específicas de la biblioteca, manteniendo su funcionalidad y accesibilidad, ya que aunque

existan trabajos relacionados como los mencionados en éste artículo no se apegan las necesidades que ésta biblioteca tiene.

Así mismo, se pretende que “SICOBÍ” pueda ser funcional en un servidor en línea con interacción directa a usuarios como son alumnos y docentes [9], donde además de tener acceso a la bibliografía con la que cuenta la biblioteca, se puedan aportar y contar con otros materiales bibliográficos o digitales que permitan reforzar actividades de aprendizaje.

## Referencias

1. Catálogo automatizado de acceso público en línea de los materiales de una biblioteca, Recuperado en diciembre de 2015, de <http://www.koha.org>, .
2. A Library System that's free. Recuperado en noviembre de 2015, de <http://obiblio.sourceforge.net/>
3. PMB Services. (Société de Services en Ingénierie Informatique spécialisée pour les bibliothèques et centres de documentation) Recuperado en enero de 2016, de <http://www.sigb.net/>
4. Gestion Integral de Bibliotecas. Recuperado en Noviembre de 2015, <http://gestiondebibliotecas.scienceontheweb.net/software/slibre.html>
5. Sistema de Gestión Bibliotecaria MarcoPolo. Recuperado en noviembre de 2015, de <http://marcopolo.uner.edu.ar/>
6. SEP. (Acuerdo Secretarial 653. Establecimiento del Plan de estudios del Bachillerato Tecnológico. 12 de Septiembre de 2012, DOF.
7. Manual para evaluar planteles que solicitan el ingreso y la promoción en el Sistema Nacional de Bachillerato, (versión 3.0), con la inclusión de las modificaciones realizadas por el CD-SNB al acuerdo 14, actualizado el 27 de junio de 2014. Recuperado en Marzo del 2016, <http://www.copeems.mx/>
8. Los Sistemas integrados de gestión bibliotecarias (SIGB): oportunidades y/o desventajas que ofrecen hoy. Recuperado el noviembre de 2015, de <https://www.academia.edu>
9. OPAC. (2013). Catálogo automatizado de acceso público en línea de los materiales de una biblioteca. Recuperado en Marzo del 2016, <http://www.achoblogs.com/rociomaster/e-biblioteca/catalogo/opac/>



## Sistema Integral de Servicio Social para la Universidad Autónoma de Tlaxcala implementando CMMI-Dev Nivel 2

Ernesto Dorantes Alva, Carolina Rocío Sánchez Pérez, Marva Angélica  
Mora Lumbreras, Alberto Portilla Flores

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,  
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México  
{netophp}@gmail.com, {krlinasp}@gmail.com  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 15 de Enero de 2016, Aceptado 16 de marzo de 2016,  
Versión final 19 de abril de 2016*

**Resumen** Este trabajo presenta la implementación del Sistema de Servicio Social(SSS) bajo los lineamientos del Modelo Integrado de Capacidad y Madurez para el Desarrollo (CMMI-Dev) en un nivel de madurez 2, se realiza un Análisis Crítico de las Prácticas Específicas y Genéricas en cada una de las Áreas de Proceso que comprenden el Nivel 2 del modelo, realizar este análisis permitirá definir una serie de recomendaciones para el cumplimiento de las áreas de proceso en su totalidad.

**Abstract** This paper presents the implementation of the Social Service System(SSS) applying the Capability Maturity Model Integration for Development (CMMI-Dev) guidelines in the maturity level 2, presenting a critical analysis of specific and general practices in each of the Process Areas that includes the model's Level 2, making this analysis allow to define a series of recommendations for the accomplishment of the process areas completely.

**Palabras Clave:** CMMI-Dev, Prácticas Genéricas, Prácticas Específicas, Áreas de Proceso, Ingeniería de Software

**Keywords:** CMMI-Dev, Generic Practices, Specific Practices, Process Areas, Software Engineering.

## 1. Introducción

En la actualidad el uso de los sistemas de software en el contexto educativo está ampliamente difundido y adoptado, las instituciones educativas requieren tener el control y administración de sus procesos, así como de la información de los distintos actores que se desenvuelven en su contexto. Existen distintos Sistemas de Gestión de Instituciones Educativas, siendo utilizados para almacenar la información correspondiente a alumnos, profesores, grado escolar, asistencias, calificaciones y actividades propias del Centro Educativo, algunos buscan cubrir el proceso docente y algunos más la gestión. En la Universidad Autónoma de Tlaxcala se encuentra implementado el Sistema Integral de Información Administrativa (SIIA), en el cual de manera específica se cubren distintos módulos como son: registro calificaciones, registro de materias, carga de horario de materias, asignación de tutorías, impresión de calificaciones, registro de alumnos así como otros servicios: seguro facultativo, credencial, consulta de pagos, consulta de libros en bibliotecas, su desarrollo es propio de la Universidad y hoy en día sigue mejorando la calidad para brindar un buen servicio. Como parte de la mejora del servicio se desean incorporar distintos módulos que permitan automatizar procesos faltantes y necesarios y que son parte importante de la formación de los estudiantes, uno de estos procesos es el área de Servicio Social de la institución. Se han realizado distintos intentos de automatización de manera local (por facultad) sin embargo se requiere contar con un módulo integrado en el SIIA para que su alcance sea de manera institucional.

Existen puntos críticos para el éxito en el desarrollo e implantación de sistemas de software, ya sea que estén orientados al control escolar o no, actualmente las empresas de desarrollo intentan solventar estos puntos críticos utilizando normas, metodologías y modelos orientados a la mejora de procesos. Generalmente las normas y modelos definen el uso de buenas prácticas en el control de distintas etapas propias del ciclo genérico de desarrollo de software, como pueden ser: planeación, requerimientos, configuración, calidad, medición, monitoreo y control. En el contexto de las PYMES mexicanas la norma Moprosoft tiene un impacto importante en la forma en la que se construyen productos de software, por su parte el Modelo Integrado de Capacidad de Madurez para el desarrollo (CMMI-Dev) define una serie de prácticas genéricas y específicas que buscan mejorar los procesos de desarrollo y de mantenimiento aplicadas tanto para los productos como para los procesos.

Siendo CMMI una guía que ayuda en la mejora de procesos, el enfoque del modelo permite evolucionar desde un proceso en crisis a un proceso controlado, estandarizado, medido y optimizado que sienta las bases de la mejora continua y permite a la organización adoptar nuevas prácticas sobre un proceso estable y controlado que está institucionalizado. En este trabajo se implementarán las áreas de proceso definidas en el nivel de madurez 2 de CMMI-Dev.

## 2. Trabajos Relacionados

Hoy en día existen sistemas que realizan el Control Escolar de una Institución, se analizaron algunos sistemas, los cuales se presentan en el Cuadro 1, realizar este análisis permite conocer si efectivamente se esta empleando el modelo CMMI o algún otro, para desarrollar sistemas bajo lineamientos de calidad siguiendo las buenas prácticas definidas en el mismo, así como el tipo de licencia y el lenguaje de programación en que están desarrollados, el modo de acceso al sistema. Cabe resaltar que los sistemas comerciales generalmente sólo llevan la parte administrativa de Alumnos, Profesores y Calificaciones y su alcance no define el control de procesos específicos, como Servicio Social, Prácticas Profesionales o Titulación. A los sistemas se pueden acceder vía WEB mediante navegador con acceso a Internet, es decir, que los usuarios que utilizan estos sistemas pueden acceder desde su casa, un café internet o un lugar con conexión a internet.

Nombre del sistema	Comercial	CMMI	Acceso	L. Prog
ServoEscolar XXI[3]	si	si	WEB	Delphi 7
SCE Edcon[4]	si	si	WEB	Oracle Suite
SCE E-Kampus[5]	si	si	WEB	No menciona
SCE Gob. Guanajuato[6]	no	si	WEB	Genexus C#
SIIA[7]	no	no	WEB	Java

**Tabla 1.** Tabla comparativa de Sistemas de Control Escolar

Se pudo observar que los sistemas analizados tienen módulos desarrollados de manera muy general, es decir, la parte administrativa en cuanto a calificaciones, listas de asistencias, información respecto a los profesores, alumnos, escuelas, materias, el cual se maneja hasta un nivel de Bachillerato; el sistema E-Kampus se desarrolló para un nivel de estudios de licenciatura, en el cual, no muestra información respecto a los trámites de Servicio Social.

### 3. Objetivo del Sistema

La implementación del sistema tiene como objetivo Diseñar e implementar un Sistema de control interno para la Universidad Autónoma de Tlaxcala(UATx), para el registro y control de los trámites de Servicio Social. Realizando un análisis crítico de la implementación y de los artefactos que se utilizan en el desarrollo del proyecto, bajo las prácticas genéricas y prácticas específicas definidas por CMMI-Dev 2, el cual permite implementar buenas prácticas en áreas de proceso permitiendo elevar la eficiencia y la calidad del producto de Software.

La implementación del sistema automatizara el proceso de control del trámite de los alumnos que soliciten el inicio y liberación de Servicio Social y que facilite la generación de reportes cuando sean solicitados. Sin embargo su alcance será también para los administrativos de facultad y área de Servicio Social de la UATx. El sistema permitirá llevar un seguimiento del estado del trámite que se esté realizando tanto a los responsables de los trámites como a los alumnos vía Internet.

### 4. Modelo CMMI DEV

CMMI-Dev es un modelo de referencia que cubre las actividades para desarrollar tanto productos como servicios. Las organizaciones de numerosos sectores, incluyendo aeroespacial, banca, hardware, software, defensa, automoción y telecomunicaciones, utilizan el CMMI-Dev, el cual contiene prácticas que cubren la administración de proyectos, la administración de procesos, la ingeniería de sistemas, la ingeniería de hardware, la ingeniería de software y otros procesos de soporte utilizados en el desarrollo y mantenimiento[10].

El nivel de madurez de una organización proporciona una forma para caracterizar su rendimiento. La experiencia ha mostrado que las organizaciones toman una decisión acertada cuando centran sus esfuerzos de mejora de procesos en un número manejable de áreas de proceso a la vez y que dichas áreas requieren refinarse a medida que la organización mejora. Un nivel de madurez es una plataforma evolutiva definida para la mejora de procesos de la organización. En CMMI los cinco niveles de madurez, representa cada uno de ellos una base para la mejoras de proceso en curso, se denominan por los números del 1 al 5 [10].

- 1. Inicial.
- 2. Gestionado.
- 3. Definido.
- 4. Gestionado cuantitativamente.
- 5. En optimización.

Un nivel de madurez en CMMI-DEV, consta de prácticas específicas y genéricas para un conjunto predefinido de áreas de proceso que mejoran el rendimiento global de la organización. Los niveles de madurez se miden mediante el logro de practicas específicas y genéricas asociadas a cada conjunto predefinido de áreas de proceso. Un “área de proceso” es un conjunto de mejores prácticas relacionadas a un área, que cuando se implementan colectivamente satisfacen un conjunto de objetivos considerados importantes para lograr una mejora significativa en esa área. Una Práctica Específica es una actividad que es considerada importante en la meta específica asociada. Describe las actividades esperadas para conseguir las metas específicas de un área de proceso[2].

Para el Sistema de Servicio Social se implementarán las áreas de proceso del nivel de madurez 2, en el cual se garantiza que en los proyectos los procesos se planifican y ejecutan de acuerdo con las políticas. La disciplina de proceso reflejada por el nivel de madurez 2 ayuda a asegurar que las prácticas existentes se mantienen durante periodos bajo presión. Cuando estas prácticas están desplegadas, los proyectos se realizan y gestionan de acuerdo a sus planes documentados[10].

## **5. Áreas de Proceso de CMMI DEV Nivel 2 en la implementación del Sistema de Servicio Social**

Cada una de las Áreas de Proceso del Nivel 2 de CMMI DEV tienen Prácticas Específicas, las cuales se deben cumplir para garantizar el sistema se esta desarrollando con calidad, teniendo en cuenta que se tiene un repositorio en el cual se encuentran los artefactos en los que se lleva el control y seguimiento del Proyecto de SSS.

### **5.1. Administración de los Requerimientos (REQM)**

Esta área de proceso tiene como propósito administrar los requisitos de los productos y de los componentes del producto del proyecto, e identificar inconsistencias entre esos requisitos y los planes y productos de trabajo del proyecto.[9]

**Meta Especifica 1 (SG1) Administración de los Requerimientos.**

- SP1.1 Desarrollar una comprensión del significado de los requisitos con los proveedores de los requisitos.
- SP1.2 Obtener el compromiso de los participantes de proyecto sobre los requisitos.
  
- SP1.3 Administrar los cambios a los requisitos a medida que evolucionan durante el proyecto.
- SP1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional entre requisitos y productos de trabajo.
- SP1.5 Asegurar que los planes del proyecto y los productos de trabajo permanezcan alineados con los requisitos.

**5.2. Planificación de Proyecto (PP)**

El objetivo de esta área proceso es establecer y mantener planes que definan las actividades a realizar en el proyecto, y en base a las mismas, establecer el presupuesto y los cronogramas del proyecto.[9]

**Meta Especifica 1 (SG1). Las estimaciones de los parámetros de planificación del proyecto son establecidas y mantenidas.**

- SP1.1 Establecer una estructura de descomposición del trabajo (WBS) de alto nivel para estimar el alcance del proyecto.
- SP1.2 Establecer y mantener las estimaciones de los atributos de los productos de trabajo y de las tareas.
- SP1.3 Definir las fases del ciclo de vida del proyecto que abarcan el esfuerzo de la planificación.
- SP1.4 Estimar el esfuerzo y el coste del proyecto para los productos de trabajo y para las tareas, basándose en estimaciones razonadas.
- 

**Meta Especifica 2 (SG2). Un plan de proyecto es establecido y sustentado como la base para gestionar el proyecto.**

- SP2.1 Establecer y mantener el presupuesto y el calendario del proyecto.
- SP2.2 Identificar y analizar los riesgos del proyecto.
- SP2.3 Planificar la gestión de los datos del proyecto.
- SP2.4 Planificar los recursos necesarios para ejecutar el proyecto.
- SP2.5 Planificar las necesidades de conocimiento y de habilidades para ejecutar el proyecto.
- SP2.6 Planificar el involucramiento de las partes interesadas identificadas.
- SP2.7 Establecer y mantener el contenido del plan global del proyecto.

### **Meta Especifica 3 (SG3). Los compromisos con el plan del proyecto son establecidos y sustentados.**

- SP3.1 Revisar todos los planes que afectan al proyecto para entender los compromisos del proyecto.
- SP3.2 Ajustar el plan del proyecto para reconciliar los recursos disponibles y los estimados.

### **5.3. Monitoreo y Control (PMC)**

El objetivo de esta área proceso es controlar el progreso del proyecto de forma que se puedan tomar acciones correctivas apropiadas cuando el progreso del proyecto se desvía significativamente del plan. [9]

### **Meta Especifica 1 (SG1) Monitorear el proyecto frente al plan**

- SP1.1 Monitorizar los valores reales de los parámetros de planificación del proyecto respecto al plan del proyecto.
- SP1.2 Monitorizar los compromisos contra los identificados en el plan de proyecto.
- SP1.3 Monitorizar los riesgos respecto a los identificados en el plan de proyecto.
- SP1.4 Monitorizar la gestión de los datos del proyecto respecto al plan de proyecto.
- SP1.5 Monitorizar el involucramiento de las partes interesadas respecto al plan de proyecto.
- SP1.6 Revisar periódicamente el progreso, el rendimiento y los problemas del proyecto.
- SP1.7 Revisar los logros y los resultados del proyecto en los hitos seleccionados del proyecto.

### **Meta Especifica 2 (SG2). Las acciones correctivas son gestionadas hasta su cierre cuando el rendimiento o los resultados del proyecto se desvían significativamente del plan.**

- SP2.1 Recoger y analizar los problemas y determinar las acciones correctivas necesarias para tratarlos.
- SP2.2 Llevar a cabo acciones correctivas sobre los problemas identificados.
- SP2.3 Gestionar las acciones correctivas hasta su cierre.

#### **5.4. Administración de la Configuración (CM)**

El propósito de esta área proceso es establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo manteniendo un control de sus versiones, lo que implica mantener una identificación, control y auditoria de cada versión. [9]

##### **Meta Especifica 1 (SG1) Establecer líneas base**

- SP. 1.1 Identificar elementos de configuración.
- SP. 1.2 Establecer un sistema de gestión de la configuración.
- SP. 1.3 Crear o liberar líneas base.

##### **Meta Especifica 2 (SG2) Seguir y controlar los cambios**

- SP. 2.1 Seguir las peticiones.
- SP. 2.2 Controlar los elementos de configuración.

##### **Meta Especifica 3 (SG3) Establecer la integridad**

- SP. 3.1 Establecer registros de gestión de la configuración.
- SP. 3.2 Realizar auditorias de configuración.

#### **5.5. Medición y Análisis (MA)**

El propósito de esta área proceso es desarrollar y mantener la capacidad de tomar mediciones para atender las necesidades de información de cómo va el proyecto. [9]

Las prácticas específicas de esta área de proceso son:

##### **Meta Especifica 1 (SG1) Aplicar las actividades de medición y análisis**

- SP. 1.1 Establecer los objetivos de medición.
- SP. 1.2 Especificar las medidas.
- SP. 1.3 Especificar los procedimientos de recogida y de almacenamiento de datos.
- SP. 1.4 Especificar los procedimientos de análisis.

##### **Meta Especifica 2 (SG2) Proporcionar los resultados de la medición**

- SP. 2.1 Recoger los datos de la medición.
- SP. 2.2 Analizar los datos de la medición.
- SP. 2.3 Almacenamiento de datos y los resultados.
- SP. 2.4 Comunicar los resultados.

## 5.6. Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto (PPQA)

Esta área de proceso tiene como propósito proporcionar al personal y a la gerencia una visión objetiva de los procesos y de los productos de trabajo asociados.[9]

**Meta Especifica 1 (SG1) La adherencia de los procesos realizados, y de los productos de trabajo asociados a las descripciones de proceso estándares y procedimientos aplicables es evaluada objetivamente.**

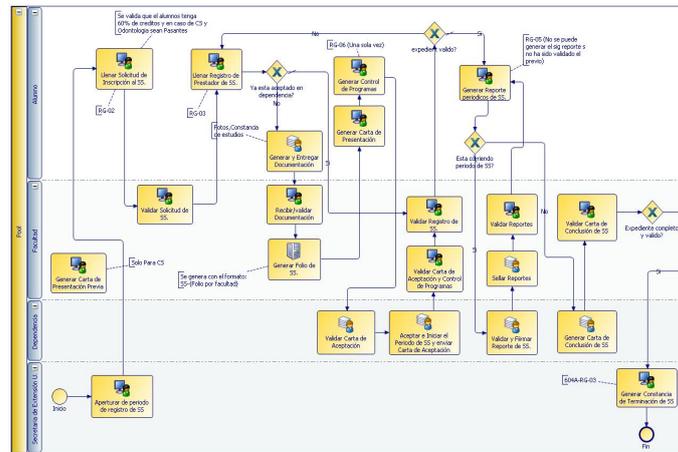
- SP1.1 Evaluar objetivamente los procesos realizados seleccionados respecto a las descripciones de procesos, estándares y procedimientos aplicables.
- SP1.2 Evaluar objetivamente los productos de trabajo seleccionados respecto a las descripciones de proceso, estándares y procedimientos aplicables.

**Meta Especifica 2 (SG2) Las no conformidades son seguidas y comunicadas objetivamente, y su resolución es asegurada.**

- SP2.1 Comunicar problemas de calidad y asegurar la resolución de las no conformidades con el personal y con los gerentes.
- SP2.2 Establecer y mantener registros de las actividades de aseguramiento de la calidad.

## 6. Sistema de Servicio Social

El Análisis y Diseño puede y debe ser utilizado por los analistas, diseñadores y programadores del sistema para que realicen los diseños y codificación en base a la información recabada con los usuarios del sistema a implementar. En la etapa de Análisis, se realizaron reuniones con los usuarios administrativos y dueños del proceso de Servicio Social para levantar una lista de requerimientos, esto es, identificar las necesidades para automatizar el trámite de Servicio Social. El Análisis se documenta en artefactos, en los cuales, se debe reflejar como evidencia, que se está llevando un control de la información. Se realizó el Modelo de Negocios como se muestra en la Figura 1, el cual indica el flujo de trabajo del Sistema de Servicio Social(SS).



**Figura 1.** Modelo BPMN del Proceso del Sistema. Fuente Universidad Autónoma de Tlaxcala

En la fase de Diseño, se utilizaron Diagramas de secuencia bajo el lenguaje de modelo Unificado (UML), los cuales permiten definir la estructura y arquitectura del sistema, la cual será la base para los programadores en la etapa de construcción. UML es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar y documentar cada una de las partes que comprende el desarrollo de software [8]. Como parte del análisis y validación de requerimientos se realizó el diseño de pantallas del Sistema como se muestra en la Figura 3, en la se puede ver que se refiere al Registro de Actividades mensual del alumno.

**Figura 2.** Pantalla de Registro de Actividades. Fuente: Misma Autoria

Se realizó el Modelo Relacional de la Base de Datos, el cual muestra el diseño lógico del sistema y el cual va a ser referente para los programadores durante la fase de construcción del Sistema, para el almacenamiento de la información que va a ser generada al momento de utilizarla por los alumnos.

## 7. Arquitectura del Sistema

De manera general, la arquitectura del Sistema de Servicio Social, se compone de tres grandes capas, que a su vez se dividen en subcapas. La primera, es la capa del modelo, la cual contiene la subcapa de acceso a datos y la lógica de negocio, la capa intermedia es una capa de servicios web, expone las funciones que definen y resuelven el modelo, de tal manera que, una tercera capa, la cual es la interfaz de usuario, pueda hacer uso de ellas. Las tres capas son independientes, lo cual facilita la implementación de diferentes interfaces de usuario, dependiendo de la tecnología requerida por el cliente.

La Figura 4 muestra la arquitectura del Sistema de Servicio Social:

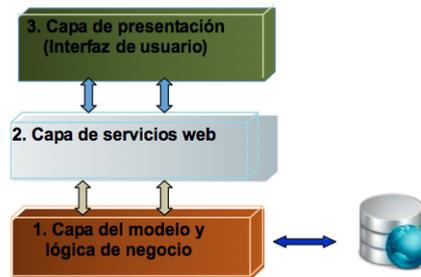


Figura 3. Diagrama Arquitectónico

## 8. Análisis de REQM

Se realizó un Análisis de las Áreas de Proceso que comprende el nivel 2 de CMMI-Dev, iniciando con una verificación de los artefactos que se utilizan en el Sistema de Servicio Social. Para el Área de Proceso Administración de Requerimientos (REQM) se realizó un checklist de los artefactos que cumplen con las Prácticas Específicas de esta Área como se muestra en el Cuadro 2, una vez realizado este checklist, se analizó el contenido de los artefactos, en los cuales se puede observar que se

cuenta con una Lista de Requerimientos, en la que se documentan las necesidades y objetivos que surgen de las reuniones que se establecieron con la Universidad, dando prioridad a cada una de las necesidades. Se tiene una Matriz de Trazabilidad en la que se documentan las funcionalidades a implementar en el sistema y que permite dar rastreabilidad a cada uno de los artefactos de diseño y pruebas generados en el desarrollo del proyecto. Se encuentra en el Repositorio un artefacto que se llama Especificación de Requerimientos en el que se establece el objetivo, alcances, propósito del Sistema, así como la funcionalidad del Sistema y la descripción detallada de las necesidades o Requerimientos que en el artefacto se llaman Casos de Uso, existen minutas en las que se aprueba la aceptación del Proyecto por parte de la Universidad.

Practica Especifica	Artefacto con lo que se cumple
SP1.1 Desarrollar una comprensión del significado de los requisitos con los proveedores de los requisitos.	SSSListaRequerimientos(Hoja. Lista de Requerimientos, Columnas Necesidad, Columna Objetivo), SSSEspecificacionRequerimientos, SSSReporteValidacionER_01 y SSSReporteValidacionER_02, SSSMinutaReq_02, SSSMinutaReq_03 y SSSMinutaReq_04
SP1.2 Obtener el compromiso de los participantes de proyecto sobre los requisitos.	SSSEspecificacionRequerimientos, SSSMinutaReq_02, SSSMinutaReq_03
SP1.3 Administrar los cambios a los requisitos a medida que evolucionan durante el proyecto	SSSListaRequerimientos(Hoja. Lista de Requerimientos), SSSEspecificacionRequerimientos, SSSMatrizTrazabilidad(Hoja. Matriz A)
SP1.4 Mantener la trazabilidad bidireccional entre requisitos y productos de trabajo	SSSReporteVerificacionMT_01, SSSReporteVerificacionPPS_01, SSSReporteVerificacionMU_01, SSSMatrizTrazabilidad(Hoja. Matriz A)
SP1.5 Asegurar que los planes del proyecto y los productos de trabajo permanezcan alineados con los requisitos.	SSSReporteValidacionER_01, SSSReporteValidacionLR_01

**Tabla 2.** Prácticas Específicas SG1 de REQM

Lo que no se puede observar es que exista un artefacto en el cual, se lleve un seguimiento de las peticiones de nuevos Requerimientos o modificaciones a los Requerimientos por parte de la Universidad, para llevar un control de los cambios, a lo que se sugiere se pueda generar un artefacto el cual servirá como evidencia y control de los requerimientos.

## 9. Conclusiones y Trabajo Futuro

De manera preliminar y acorde al avance del proyecto se ha realizado el análisis del área de proceso de Administración de Requerimientos, identificando como una oportunidad la definición de un artefacto que permita definir y dar seguimiento a los cambios solicitados por los usuarios del proyecto, con lo cual se podrá complementar la práctica específica SP 1.5 de esta área de proceso. Como trabajo a futuro se continuará con el análisis de las Áreas de Proceso del nivel 2, así como de la implementación de un módulo de seguimiento en la aplicación móvil del SIIA, para que el alumno esté pendiente de su trámite de Servicio Social, así como de combinar el modelo CMMI-Dev con la metodología ágil SCRUM, para el desarrollo de la aplicación móvil, manteniendo un enfoque de calidad en el desarrollo.

## Referencias

1. Mary Beth Chrissis, Mike Konrad, Sandy Shrum, (2009) CMMI, Guía para la integración de procesos y la mejora de productos. Pearson Educación.
2. Concha Huaroto, Nancy Elizabet, (2005) Propuesta para Implantar CMMI en una Empresa con Múltiples Unidades Desarrolladores de Software. UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, Sistema de Bibliotecas - Biblioteca Central 'Pedro Zulen'.
3. ServoEscolar XXI, Sitio Consultado Marzo 2015 <http://www.exito.mx/servoescolar.htm>.
4. Sistema de Control Escolar Edcon, 2015. Sitio Consultado Marzo 2015 <http://www.magis.com.mx/>.
5. Sistema de Control Escolar E-Kampus, 2015, Sitio Consultado Marzo 2015, <http://specialcompu.com/>.
6. Sistema de Control Escolar, Gobierno de Guanajuato, 2015. Sitio Consultado Marzo 2015, <http://sce.seg.guanajuato.gob.mx/hsce.aspx>.
7. Sistema Integral de Información Administrativa, Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2015. Sitio visitado Marzo 2015, <http://www.uatx.mx>.
8. Tutorial de UML, 2016. Sitio visitado Enero 2016, <http://users.dcc.uchile.cl/~psalinas/uml/introduccion.html>
9. Carlos Javier Pérez Escobar, Que es CMMI. Sitio consultado Marzo 2016, <http://asprotech.blogspot.mx/2013/10/que-es-cmmi.html>.
10. CMMI para Desarrollo, Versión 1.3, 2010. Software Engineering Institute.



**IZTATL**  
COMPUTACIÓN