



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“GEEKS”

DECC-Report, Tendencias en Computación

**REVISTA TÉCNICA DEL DEPARTAMENTO DE
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN.**

ISSN 1390-5236

© 2014, ESPE, Sangolquí, Ecuador

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN.

VOL. 1, No. 5, 2014

**RECTOR
GENERAL DE BRIGADA ROQUE MOREIRA CEDEÑO**

**VICERRECTOR ACADÉMICO GENERAL
CRNL. EMC. FRANCISCO ARMENDARIZ**

**VICERRECTOR DE DOCENCIA
CAPT. DE NAV. NELSON NOBOA**

**VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA.
CRNL. EM RICARDO URBINA**

**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO
CRNL. AV. GERARDO PROCEL**

**DIRECOR DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN
CRNL.EMC (SP) FIDEL CASTRO DE LA CRUZ**

EDITORES

Ing. Walter M. Fuertes D., PhD.

Profesor Titular Principal del Departamento de Ciencias de la Computación
Sangolquí Ecuador
Email: wmfuertes@espe.edu.ec

Ing. Mauro Danilo Martínez

Coordinador de Investigación del Departamento de Ciencias de la Computación
Sangolquí Ecuador
Email: mdmartinez@espe.edu.ec

Ing. Fidel Castro De la Cruz

Director del Departamento de Ciencias de la Computación. Sangolquí Ecuador
Email: flcastro@espe.edu.ec

Portada:	Ing. Mauro Danilo Martínez
Diagramación:	Varios autores
Impresión:	Editorial Politécnica de la ESPE
Fecha:	Diciembre de 2014

El contenido de cada artículo técnico es de absoluta responsabilidad de sus autores.

Comité Editorial

Nombre	Institución	País
Anabolena Martínez, PhD Cand.	Universidad Politécnica de Madrid	España
Andrés Epifanía Huertas, PhD Cand.	Universidad Católica Los Ángeles (Chimbote)	Perú
Armando Cabrera, MSc	Universidad Técnica Particular de Loja	Ecuador
Bernarda Sandoval, MSc	Universidad de las Américas	Ecuador
Carlos Monsalve, PhD	Escuela Superior Politécnica de Litoral	Ecuador
Danilo Martínez Espinoza, Ms.	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	Ecuador
Diego Riofrío PhD, Cand.	Universidad Politécnica de Madrid	España
Edgar Torres, MSc.	Escuela Politécnica Nacional	Ecuador
Edison G. Espinosa, PhD	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	Ecuador
Eduardo Villa, MSc.	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Ecuador
Efraín R. Fonseca C., PhD	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	Ecuador
Giovanni Ranura, MIS	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	Ecuador
Hugo Moreno, PhD	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Ecuador
Jenny Torres, PhD	Escuela Politécnica Nacional	Ecuador
John W. Castro, PhD	Universidad Autónoma de Madrid	España
Jorge Huilca, MSc	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Ecuador
José Luis García Dorado, PhD	Universidad Autónoma de Madrid	España
Luis Enrique Sánchez Crespo, PhD	SICAMAN	España
Marco Molina, PhD Cand.	Universidad Politécnica de Madrid	Ecuador
Martín Solari, PhD	Universidad ORT	Uruguay
Mauricio Espinoza, PhD	Universidad de Cuenca	Ecuador
Omar Gómez, PhD	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	Ecuador
Walter Fuertes, PhD	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE	Ecuador

Presentación

El Departamento de Ciencias de la Computación (DECC) de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, con el fin de difundir los resultados del quehacer académico investigativo, pone en consideración de la comunidad el Volumen 1, No. 5, 2014, de la revista técnica “GEEKS” **DECC Report, Tendencias en Computación**”.

En este volumen se recogen los resultados de las investigaciones y tesis de pregrado y postgrado de la carrera de Ingeniería de Sistemas y de los programas de posgrado afines en los que participan docentes, investigadores y estudiantes locales, nacionales e internacionales. La convocatoria abierta se realizó el 12 de julio de 2014. Se receptaron 23 artículos técnicos, de los cuales se seleccionaron apenas 5 por parte del Comité Editorial de la revista. Por vez primera se utilizó el sistema de administración en línea y gratuito de conferencias académicas usado ampliamente en Ciencias de la Computación, denominado EasyChair, <https://www.easychair.org/account/signin.cgi>. El proceso de revisión fue de arbitraje ciego. El Comité Editorial fue conformado por el 80% de referis con el grado de PhD, tanto ecuatorianos, así como cinco españoles, un peruano, un argentino y un uruguayo.

Luego del proceso de revisión y arbitraje, fueron mejorados y reenviados a los editores. Estas publicaciones reportan trabajos técnicos científicos en áreas relacionadas con Ingeniería de Software, Seguridades Informáticas, Tecnologías de Virtualización, Redes de Computación, Web Semántica y Ontologías, Nube Computacional, Inteligencia de Negocios y Desarrollo Web y Web 2.0.

Aprovechamos esta ocasión para agradecer todo el apoyo técnico brindado por varios Coordinadores del DECC, algunos docentes, estudiantes y de manera especial al Comité Editorial de la revista, en la materialización del presente volumen.

Por lo expuesto, “GEEKS” **DECC Report, Tendencias en Computación**, constituye un medio de difusión local y nacional, cuya información esperamos resultará de interés para docentes, investigadores y estudiantes, invitándoles a aprovechar su contenido y a continuar enviando sus contribuciones en las siguientes ediciones.

En este mismo contexto, en nuestra calidad de editores de la revista, hacemos propicia la ocasión para invitar a ustedes, docentes, investigadores, estudiantes de grado y pregrado de las diferentes comunidades de investigación, a que participen activamente en los Grupos de Investigación de nuestro Departamento: **Grupo de Investigación de Sistemas Distribuidos, Ciberseguridad y Contenido, y el Grupo de Investigación en Ingeniería de Software Empírica**, con el fin de fortalecer aún más la investigación en estos campos, lo que coadyuvará con el incremento de la producción científica de nuestra universidad y de nuestro querido Ecuador.

Los Editores



Sumario

Volumen 1, No. 5, 2014

ARTICULO TÉCNICO	PÁGINAS
SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE CALIFICACIONES CON INTEGRACIÓN DE AGENTE DELIBERATIVO PARA PREDICCIÓN DEL DESEMPEÑO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS <i>Jhymer Martínez Granda, Henry Paz Arias</i> Universidad Nacional de Loja, Ecuador, email: jmartinezg@unl.edu.ec , hpaz@unl.edu.ec	7 - 17
VISIÓN ARTIFICIAL APLICADA PARA EL RECONOCIMIENTO DEL LENGUAJE DE SEÑAS <i>Luis Sivisapa Aguilera, Henry Paz Arias</i> + Universidad Nacional de Loja, Ecuador, lgsivisapaa@unl.edu.ec , hpaz@unl.edu.ec	18 - 28
APLICACIONES MÓVILES MULTIPLATAFORMA PARA CONSULTAS ACADÉMICAS EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR. <i>Janina Herrera Riofrío+, Rene Guamán Quinche++</i> + Universidad Nacional de Loja, Ecuador, jtherrerar@unl.edu.ec ++ Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, eguman@utm.edu.ec	29 - 40
ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE CALIDAD SEO COMO HERRAMIENTA PARA DETERMINAR EL RANKING DE LAS UNIVERSIDADES <i>Johanna Benalcázar, Sebastián Monroy, Fernando Galárraga, Fidel Castro</i> Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador email: jbtt0212@hotmail.com , conroy380@hotmail.com , jfgalarraga@espe.edu.ec , flcastro@espe.edu.ec	41 - 51
DISEÑO Y DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO EDUCATIVO CON TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA ANDROID APLICANDO LA METODOLOGÍA OOHDM. CASO DE ESTUDIO: LABERINTO EN 3D <i>Soledad González, Margarita Zambrano, César Villacís, Carlos Prócel, Andrés Bustamante</i> Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, cami_sol48@hotmail.com , mezambrano , cjvillacis , ctprocel , @espe.edu.ec { @espe.edu.ec }	52 – 61

SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE CALIFICACIONES CON INTEGRACIÓN DE AGENTE DELIBERATIVO PARA PREDICCIÓN DEL DESEMPEÑO ACADÉMICO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

SYSTEM OF ADMINISTRATION OF QUALIFICATIONS WITH DELIBERATIVE AGENT'S INTEGRATION FOR PREDICTION OF THE ACADEMIC PERFORMANCE IN UNIVERSITY STUDENTS

Jhymer Martínez Granda¹, Henry Paz Arias²

1 Universidad Nacional de Loja, Ecuador, jamartinezg@unl.edu.ec

2 Universidad Nacional de Loja, Ecuador, hpaz@unl.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo se aborda el problema originado por el poco seguimiento que presta el estudiante a su desempeño académico. Una de sus causas es el no poseer un medio adecuado para mantener una continua información sobre las calificaciones obtenidas durante el transcurso del período de clases. Tomando este aspecto como punto de partida, se desarrolla un sistema web que automatice el proceso de administración de calificaciones y promedios del estudiante, además de la integración de un agente inteligente deliberativo para la generación de gráficas predictivas relacionadas con su desempeño académico, teniendo como meta el contribuir al mejoramiento de la calidad académica en nuestro país.

Palabras Clave: Agente inteligente, JADE, académico, web services

ABSTRACT

The present research work approaches the originated problem by the little pursuit that the student lends to her academic performance. One of its causes is not possessing a half appropriate one to maintain a continuous information on the obtained qualifications during the course of the period of classes. Taking this aspect like starting point, a system web is developed in order to automate the process of administration of qualifications and the student's averages, besides the integration of an intelligent deliberative agent for the generation of graphic predictivas related with its academic performance, having like goal contributing to the improvement of the academic quality in our country.

KeyWords: Intelligent agent, JADE, academic, web services.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente gracias al avance de la tecnología y el internet, el desarrollo de Sistemas Web es cada vez más amplio, siendo creados mayoritariamente para empresas que tienen la necesidad de anunciar o brindar sus servicios valiéndose de la red como medio de comunicación. Por otra parte en el ámbito académico lo fundamental llevar una correcta gestión de información [1] perteneciente a estudiantes, docentes, materias impartidas y otros aspectos relacionados específicamente con la interacción entre docentes y estudiantes en torno a las calificaciones obtenidas y el progreso académico durante el trascurso del módulo de clases. Tomando como base las consideraciones anteriores, esta investigación presenta el desarrollo de un sistema capaz de realizar la gestión detallada de calificaciones, a más de la integración de un agente inteligente que tiene la capacidad de generar calificaciones predictivas tomando como base las obtenidas por el estudiante hasta la fecha, permitiendo tener una visión presente y un acercamiento a futuro de lo que será su desempeño académico, planteando como meta el evitar al máximo posibles descuidos que lleven a peligrar la aprobación del módulo, a más de ser una excelente herramienta que permita al docente informarse sobre el progreso de sus educandos.

El resto del artículo se ha estructurado de la siguiente manera: En la segunda sección se presenta la metodología empleada tanto para el desarrollo del sistema como para el desarrollo e integración del

agente inteligente. En la sección tres se detalla el diseño e implementación de los distintos componentes del sistema. En la sección cuatro se presentan los resultados obtenidos. En la sección cinco se describen algunos trabajos relacionados y finalmente en la sección seis se muestran las conclusiones y los trabajos futuros.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Métodos

Dentro de las metodologías utilizadas para el desarrollo del sistema podemos citar a XP (Programación Extrema) [2] por ser una metodología ágil para el desarrollo de aplicaciones basadas en software y que se adaptaba perfectamente al presente caso, la misma permitió la creación de los módulos para estudiantes y docentes encargados de llevar la administración y presentación de calificaciones y promedios. Otro aspecto fundamental es el uso de la metodología GAIA [3] que permite la creación de sistemas multiagente y maximiza su calidad. Dentro del desarrollo del proyecto, esta metodología fue fundamental para el análisis, diseño e implementación del agente inteligente y su posterior integración al sistema web.

2.2 Materiales

Los materiales utilizados para el desarrollo del sistema se presentan en la siguiente lista:

- Lenguaje de programación: Java
- Entorno integrado de desarrollo: Eclipse
- Mapeo Objeto Relacional: Hibernate
- Sistema de Gestión de base de Datos Relacional: MySql
- Framework Web: JSF
- Framework Web y Contenedor de inversión de control: Spring
- Componente para JSF: Primefaces
- Librería para interacción con Web Services: JAXWS
- Framework y contenedor de Agentes Inteligentes: JADE

3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Continuando con el desarrollo del sistema, se tomaron en cuenta las siguientes fases con la descripción de las actividades realizadas en cada una.

3.1 Fase de Análisis

3.1.1 *Requerimientos iniciales*

Los principales requerimientos obtenidos para el sistema se describen a continuación:

Para el docente:

- Generar de registros de calificaciones por paralelo
- Calificar estudiantes
- Editar y eliminar calificaciones
- Generar promedios.
- Configurar cantidad y porcentajes de parámetros a evaluar

Para el estudiante:

- Generar graficas de desempeño académico actual con una proyección a futuro.
- Generar promedios y demás actividades informativas para el estudiante.

3.1.2 Modelo de rol del agente

Un rol necesita un conjunto de permisos que identifique aquellos recursos que puede acceder para poder cumplir con sus responsabilidades. Para el presente caso estos recursos son fuentes de información que han sido extraídas de la base de datos.

Tabla I: Modelo de rol del agente inteligente

Esquema de rol	Agente Inteligente Académico
<p>Descripción. Este rol involucra que el agente académico mediante los datos de entrada como las calificaciones pertenecientes a evaluaciones, lecciones, trabajos autónomos, tareas, participaciones, talleres a más de información relacionada con la configuración de cantidad y porcentajes para cada parámetro que ha sido ingresada por el docente, de tal manera que el agente pueda evaluarlos y generar calificaciones futuras mediante el uso de proyecciones.</p>	
<p style="text-align: center;">Protocolos y actividades</p> <p>Actividades.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vigilar calificaciones. Consiste en observar las calificaciones obtenidas hasta una fecha determinada, a más de la cantidad y porcentajes de parámetros que el docente estableció para la materia. Dicha información constituye las creencias del agente. • Evaluar calificaciones. Se realiza un proceso de diagnóstico para verificar que sea posible generar calificaciones futuras con los datos actuales y la factibilidad de generación de nuevas calificaciones que sirvan de guía al estudiante. En esta parte se evidencia los deseos que cumplirá el agente. <p>Protocolo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar calificaciones. En base a la evaluación de los diferentes parámetros se realizará: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Generación de calificaciones predictivas mediante proyecciones estadísticas ➤ Retorno de información a la aplicación para generación de gráficas con los resultados 	
<p style="text-align: center;">Permisos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leer calificaciones del estudiante. • Leer configuraciones establecidas por el docente. 	
<p style="text-align: center;">Responsabilidades.</p> <p>Agente Inteligente (Vigilar calificaciones y configuraciones, Evaluar calificaciones, Generar calificaciones)</p>	

3.2 Fase de Diseño

En esta fase y una vez que se tienen claros los requerimientos, se procede a diseñar el sistema web y el agente inteligente.

3.2.1 Visión global del sistema a desarrollar

El sistema consta de dos módulos claramente definidos que son el módulo de docentes y el módulo de estudiantes, cada uno a su vez permite realizar diferentes operaciones las mismas que fueron detalladas en las historias de usuario. El sistema está enfocado completamente a un entorno web y hace uso de los web services que proporciona el Sistema de Gestión Académica (SGA) de la Universidad Nacional de Loja (<http://ws.unl.edu.ec>).

3.2.2 Patrón de diseño del sistema

El sistema está desarrollado siguiendo el patrón MVC [4] lo que facilita la reutilización de código y la flexibilidad, a más de esto permite un correcto intercambio de información entre el controlador y el agente inteligente para la realización de operaciones concretas.

3.2.3 Arquitectura del agente

El diseño del agente inteligente está basado en una arquitectura BDI (Beliefs, Desires, Intentions o en español Creencias, Deseos, Intenciones) [5]. Esta arquitectura se caracteriza por dotar a los agentes de estados mentales que representan las Creencias, Deseos e Intenciones. En la siguiente gráfica se expresa gráficamente la lógica incorporada al agente inteligente.

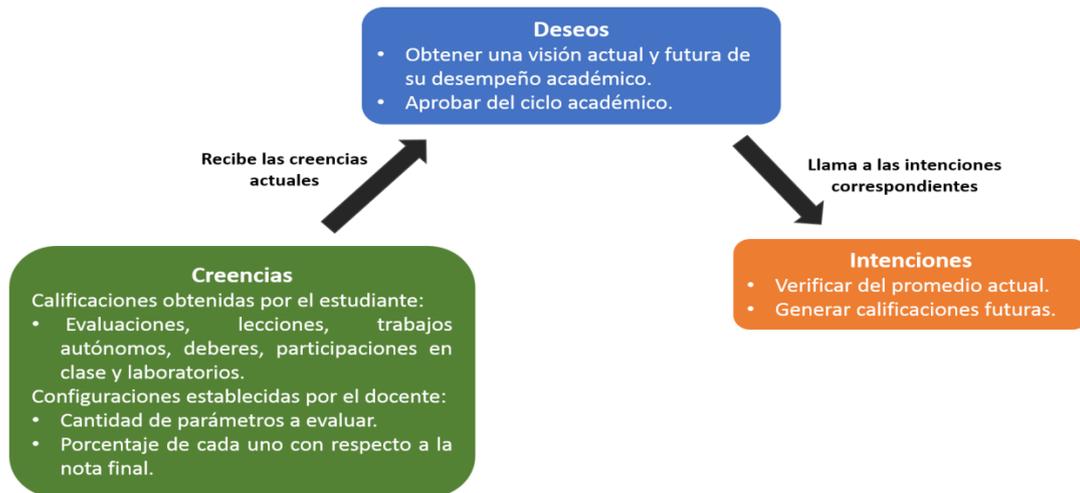


Fig. 1: Flujo de información del agente inteligente

3.2.4 Generación de calificaciones predictivas

Para la obtención de calificaciones futuras se hace uso de una proyección lineal simple [6] valiéndose de la siguiente fórmula general:

$$Y = a + b * X$$

Sabiendo que **Y** es la variable desconocida a calcular y **X** es la variable conocida. Para el cálculo de los coeficientes parciales (a, b) se parte de las ecuaciones (1) y (2), **n** es el número de calificaciones obtenidas hasta la fecha:

$$a = \frac{\sum X^2 * \sum Y - \sum X * \sum XY}{n * \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (1)$$

$$b = \frac{n * \sum XY - \sum X * \sum Y}{n * \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (2)$$

3.2.5 Diseño de interacción del Agente

Este modelo tiene como finalidad definir la funcionalidad entre el agente y su conexión entre Creencias, Deseos, Intenciones (arquitectura BDI) [5] y las posibles fuentes de obtención de información a más de la interacción con el usuario.

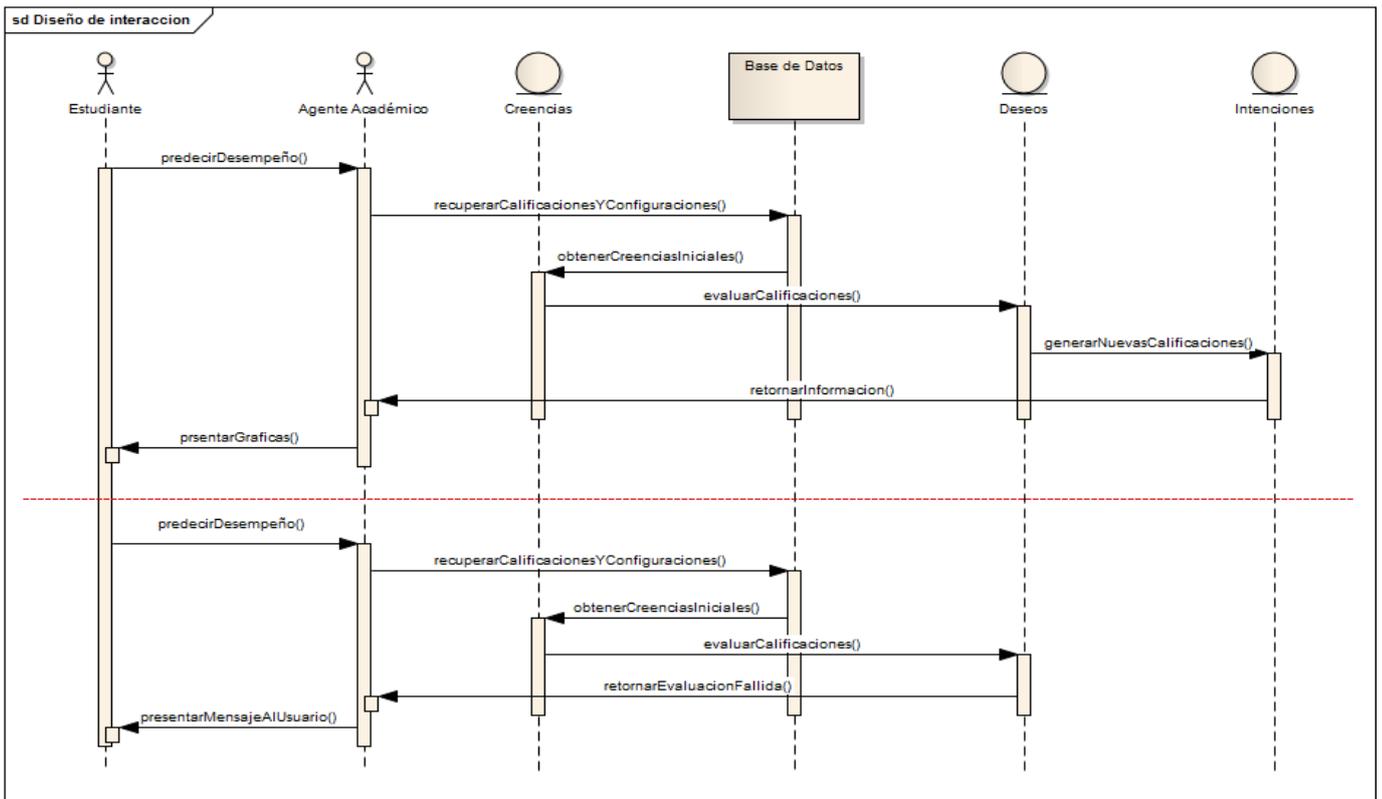


Fig. 2: Diagrama de interacción del agente

3.2.6 Arquitectura final del sistema web

La arquitectura incorpora al contenedor de agentes inteligentes (JADE) y su ubicación dentro del sistema desde un punto de vista global.

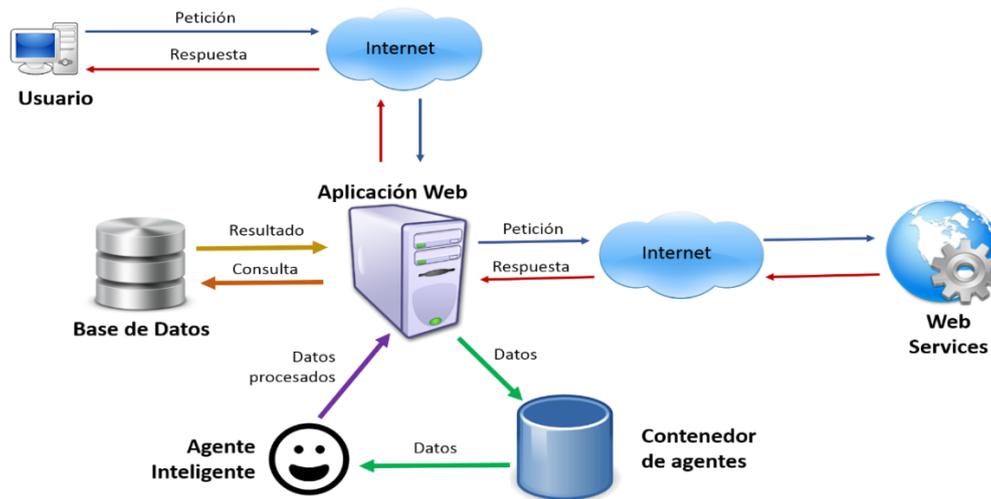


Fig. 3: Arquitectura del Sistema Web

Como se aprecia en la gráfica, el agente inteligente interactúa con la aplicación web la cual obtiene gran cantidad de información directamente de los Web Services y el resto de la base de datos local.

3.3 Fase de Codificación

Para la codificación se siguen estándares comúnmente utilizados para el desarrollo de aplicaciones basadas en java de una manera que facilite el entendimiento y legibilidad del código.

3.3.1 Integración del agente al sistema web

JADE es la librería para agentes inteligentes utilizada en el sistema la cual da la opción de integrarse con otras tecnologías, en este caso con JSF y SPRING para lo cual se utiliza la clase GateWayAgent. Posteriormente se utilizó la clase JadeGateway para llevar a cabo las operaciones fundamentales mediante un controlador

TABLA II: Clase controladora del agente

```

public class AgentController implements Serializable{
    /**Levanta el agente con sus propiedades*/
    public void startGatewayAgent(){
        Properties prop = new Properties();
        prop.put("host", "localhost");
        prop.put("port", 1099);
        /**Localización del agente dentro del proyecto*/
        JadeGateway.init("ec.edu.unl.agents.agents.AcademicAgent",prop);
    }
    /**Fin de la ejecución del agente*/
    public void endGateWayAgent(){
        JadeGateway.shutdown();
    }
    /**Método utilizado con el fin de pasar información al agente
    para que ejecute las operaciones correspondientes*/
    public void executeGateWayAgent(Object obj){
        try {
            JadeGateway.execute(obj);
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}

```

4 RESULTADOS

4.1 Conexión a los Web Services y recuperación de información

Como punto de partida para el consumo de información se realizó la conexión a los Web Services proporcionados por el SGA mediante la utilización de la librería JAX_WS (<https://jaxws.java.net>) diseñada específicamente con este fin. El acceso a los recursos es mediante la dirección <http://ws.unl.edu.ec>.

Las API's utilizadas para la obtención de datos se dividen en Académica, Institucional, Personal, Validación e Información estadística que permiten la recuperación de un sinnúmero de datos fundamentales para el funcionamiento del sistema, esto a su vez facilita la interacción con el usuario y ahorra tiempo ya que no se ingresa información directamente sino que simplemente se la recupera mediante peticiones AJAX en un formulario como se aprecia en la siguiente imagen:



El formulario, titulado "Datos Académicos", contiene los siguientes campos de selección:

- Periodo Lectivo: 2013-2014
- Oferta Académica: Pregrado Marzo-Julio 2014
- Carrera: Ingeniería en Sistemas
- Modulo: Modulo 10 Paralelo B
- Materia: ANTEPROYECTOS DE TESIS

En la parte inferior del formulario se encuentran dos botones: "Cancelar" (con un icono de X roja) y "Crear registro" (con un icono de signo más verde).

Fig. 4: Formulario para recuperación de información de los Web Services

4.2 Administración de calificaciones

El docente tiene la posibilidad de realizar el proceso de administración de calificaciones (Crear, editar y eliminar) con cada una de las materias que imparte en los distintos paralelos asignados a su cargo valiéndose de una interfaz como se muestra a continuación.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL | Módulo 10 Paralelo B | Pregrado Marzo-Julio 2014

Evaluación N°

Se evaluó el:

Temas tratados:

Se esta editando la Evaluación N° 3

N°	Estudiante	Calificación	Anotación adicional
1	ANDREA ELIZABETH ARMIDOS CARTUCHE	6.4	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>
2	FREDDY PATRICIO LOAYZA ABAD	7.5	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>
3	JENNY LILIANA SARAGURO PACHECO	8.6	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>
4	JOHN PATRICIO SOLANO CABRERA	9.34	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>
5	YESENIA CECIBEL CHAMBA JIMÉNEZ	7.56	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>
6	JHYMER ANTONIO MARTÍNEZ GRANDA	8.2	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>
7	KARLA KATHERINE HERRERA PAREDES	8.5	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>
8	JAIRO ISRAEL BANDA BERMEO	9.32	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>
9	LAURO IBÁN JAPA ÁVILA	7.44	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>
10	MARIO RICAR LEÓN RAMÓN	8.5	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>
11	JORGE ANIBAL MALES CHALÁN	6.7	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>
12	ERIKA KATHERINE MASACHE MONTAÑO	8.44	<input type="text" value="¿alguna anotacion adicional?"/>

Fig. 5: Interfaz para administración de calificaciones

4.3 Generación de promedios

Los promedios son generados a partir de las calificaciones obtenidas durante el transcurso del módulo de clases y se presentan adecuadamente para mantener continuamente informado tanto al docente como al estudiante

N°	Estudiante	Evaluaciones 70.0%	Lecciones 6.0%	Trabajos Autónomos 6.0%	Deberes - Tareas 6.0%	Participaciones 6.0%	Laboratorios- Talleres 6.0%	TOTAL
1	ANDREA ELIZABETH ARMIDOS CARTUCHE	5,24	0,44	0,41	0,57	0,57	0,53	7,76
2	FREDDY PATRICIO LOAYZA ABAD	5,74	0,43	0,46	0,51	0,57	0,56	8,27
3	JENNY LILIANA SARAGURO PACHECO	6,10	0,42	0,51	0,52	0,48	0,53	8,58
4	JOHN PATRICIO SOLANO CABRERA	6,09	0,57	0,57	0,55	0,51	0,56	8,84
5	YESENIA CECIBEL CHAMBA JIMÉNEZ	5,22	0,42	0,52	0,55	0,57	0,00	7,27
6	JHYMER ANTONIO MARTÍNEZ GRANDA	5,69	0,45	0,42	0,54	0,54	0,57	8,22
7	KARLA KATHERINE HERRERA PAREDES	5,84	0,44	0,45	0,51	0,54	0,39	8,17
8	JAIRO ISRAEL BANDA BERMEO	5,99	0,46	0,40	0,52	0,51	0,38	8,27
9	LAURO IBÁN JAPA ÁVILA	5,66	0,40	0,51	0,51	0,51	0,45	8,04
10	MARIO RICAR LEÓN RAMÓN	5,85	0,38	0,58	0,53	0,51	0,50	8,35
11	JORGE ANIBAL MALES CHALÁN	5,39	0,46	0,52	0,55	0,54	0,55	8,01
12	ERIKA KATHERINE MASACHE MONTAÑO	5,46	0,44	0,53	0,51	0,48	0,50	7,91
13	MARJORIE JULIANA CHINCHAY CUENCA	5,21	0,40	0,45	0,51	0,51	0,45	7,53
14	BYRON VINICIO LIMA ROJAS	5,51	0,39	0,34	0,55	0,48	0,50	7,77

Fig. 6: Promedios generales en una determinada materia

4.4 Generación de gráficas

Las gráficas se presentan al estudiante como una forma visual de estar al tanto de su desempeño académico actual, y como agregado adicional se presenta una proyección a futuro de las posibles

calificaciones a obtener a más de la generación de notificaciones en caso de que las notas sean demasiado bajas.

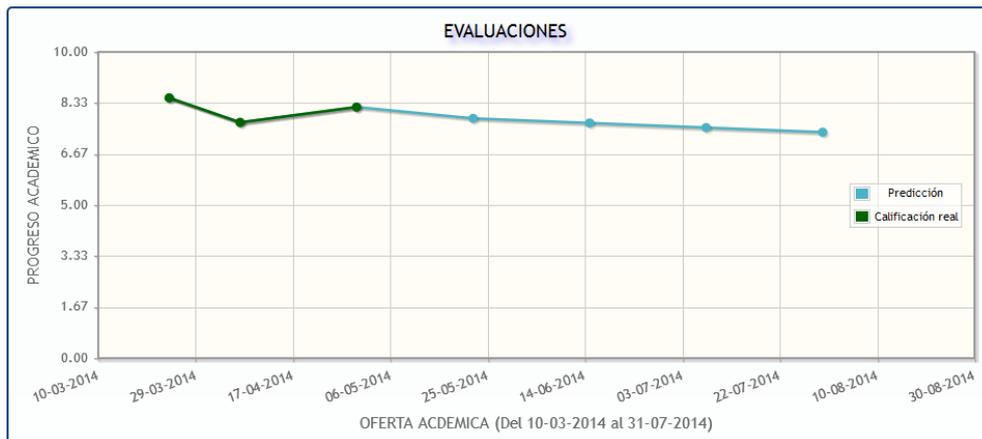


Fig. 7: Grafica de desempeño en evaluaciones

En la figura anterior se aprecia en color verde las calificaciones reales obtenidas por el estudiante mientras que de color azul esta la proyección a futuro que a simple vista indica altas posibilidades de aprobar si continua manteniéndose a ese nivel.

Al final lo que se busca es que el estudiante no pierda de vista el objetivo principal que es la aprobación del ciclo y mucho mejor si es con un promedio elevado, evitando al máximo la típica preocupación generada por los exámenes y demás trabajos al culminar el periodo de clases.

5 TRABAJOS RELACIONADOS

Como trabajos relacionados se puede citar a [7] en el cual los autores se valen de la utilización de agentes inteligentes móviles para medir los indicadores de la calidad en el desempeño de los estudiantes. Continuando se presenta el tema abordado en [8] en el cual se detalla la construcción de un sistema de calificaciones y otros servicios tanto para estudiantes y docentes lo cual se relaciona en gran medida con el tema presentado en este documento. Finalmente se cita a [9] específicamente el subsistema de estadísticas e informes el cual presenta al docente información útil sobre sus estudiantes.

6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

6.1 Conclusiones

- La utilización de una arquitectura para el agente inteligente basada en creencias, deseos e intenciones da una visión clara de la lógica a implementar como si se tratase de un ente que puede razonar y solucionar problemas de la manera más óptima posible, asimismo facilita la integración de nuevos agentes cada uno con una funcionalidad nueva y comunicación entre ellos.
- La utilización de la metodología XP en el proceso de desarrollo de software permitió un desarrollo rápido del sistema enfocándose en la calidad y reduciendo al mínimo la presencia de errores en el código.
- El uso de la metodología GAIA para la creación del agente inteligente, dio una visión clara y estructurada basada en modelos, facilitando en gran medida el análisis y diseño del mismo.
- Mantener al estudiante en constante información sobre su desempeño académico actual permite eliminar la incertidumbre generada por el desconocimiento de sus calificaciones. La predicción futura a su vez da la posibilidad de enfocarse en ciertas falencias que debería corregir para mejorar su promedio.

- Dar la facilidad al docente que lleve un registro claro y detallado de las calificaciones de sus estudiantes, automatiza en gran medida este proceso a más de que la información se encuentra centralizada y disponible en cualquier momento que lo requiera.

6.2 Trabajo Futuro

- Una ampliación favorable que permita a más de la predicción relacionada con el desempeño académico, una predicción para la parte de asistencias durante el transcurso del ciclo.
- Un aspecto que puede ser tomado en cuenta a futuro es la generación de graficas estadísticas para el docente detallando el rendimiento de sus estudiantes de una manera general y especificando los campos en los que puede mejorar.
- Finalmente otro aspecto que puede ser predecible es la parte de satisfacción del estudiante con respecto a la forma de enseñanza del docente, y pueden tomarse ciertos aspectos que posibiliten al docente tener una visión presente y a futuro del nivel de satisfacción estudiantil a fin de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Parrino, M. C. (2004). *Propuesta para la Gestión Académica Aspectos involucrados en la Gestión del Personal Académico*. [En línea]. (21). Disponible en: http://nulan.mdpu.edu.ar/130/1/FACES_n21_732.pdf.

[2]Chromatic, *Extreme Programming Pocket Guide*. 1ra ed. Estados Unidos de América: O'Reilly & Associates, Inc., 2003.

[3] Norman Muñoz, C. C., William Rivera, J. L., Jaime López, M. M. “Uso de la metodología GAIA para modelar el comportamiento de personajes en un juego de estrategia en tiempo real,” *Revista de Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia*, (53), pp. 214224, junio 2010.

[4] Bascón Pantoja, E., “El patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC) y su implementación en Java Swing,” *ACTA NOVA*, vol. 2, (4), pp. 493507, 2004.

[5] Corchado, J. M. (2005). *Modelos y Arquitecturas de Agente*. [En línea]. Disponible en: [http://bisite.usal.es/archivos/c1%20\(1\).pdf](http://bisite.usal.es/archivos/c1%20(1).pdf).

[6] Escobar Ojeda, I. (30 de julio de 2011). *Apuntes de la asignatura de: Administración de Operaciones I*. [En línea]. Disponible en: <http://www.tesoem.edu.mx/alumnos/cuadernillos/2011.001.pdf>.

[7] Fila, N., Misnevs, Boriss. (2009). Intelligent agents' implementation for study process quality performance indicators' statistical analysis. Presented in: *Reliability and Statistics in Transportation and Communication*. [En línea]. Disponible en: http://www.tsi.lv/sites/default/files/editor/science/Publikacii/RelStat_09/sess_5_fil_misnevs.pdf.

[8] Meza, D., “Análisis, diseño y construcción del sistema de control de calificaciones y servicios virtuales para docentes y estudiantes de estudios presenciales de la ESPE a través de la web”, Tesis de ingeniería, Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de ingeniería de Sistemas e Informática, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador, 2005.

[9] Cabrera Lozoya, A., “Contribución al diseño y desarrollo de herramientas docentes basadas en TIC para entornos heterogéneos”, Tesis de doctoral, Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Área de Ingeniería Telemática, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Colombia, 2012.

VISIÓN ARTIFICIAL APLICADA PARA EL RECONOCIMIENTO DEL LENGUAJE DE SEÑAS

COMPUTER VISION APPLIED FOR RECOGNITION SIGN LANGUAGE

Luis Sivisapa Aguilera¹, Henry Paz Arias²

1 Universidad Nacional de Loja, Ecuador, lgsivisapaa@unl.edu.ec

2 Universidad Nacional de Loja, Ecuador, hpaz@unl.edu.ec

RESUMEN

En el presente artículo, se realiza el estudio de la Visión Artificial, con el objetivo de realizar el reconocimiento del lenguaje de señas en un nivel básico y en tiempo real, dicho proyecto está encaminado a resolver ciertos problemas que se presentan en la enseñanza aprendizaje de los docentes así como de los alumnos, el problema más evidente en este contexto es la gran cantidad de tiempo que se demora el docente en indicar y corregir las posiciones de las manos a cada uno de los estudiantes, la implementación del sistema se lo realizó con el empleo de la metodología RAD junto a sus cuatro fases, la planificación de requerimientos, el diseño de usuario, la construcción rápida y la fase de transición, a más de ello se hizo uso de la librería OpenCV y el IDE de desarrollo QT Creator, para realizar el seguimiento de la mano del usuario se realizó un algoritmo que permite el seguimiento de un objeto a través del color, para la clasificación de las señas realizadas por el usuario se combinaron de forma secuencial dos de los algoritmos que con mayor frecuencia son empleados en la construcción de estos sistemas, el algoritmo SVM y el KNN, con el objetivo de reducir el porcentaje de error durante las predicciones, finalmente este proyecto estará implementado e implantado en la asociación de sordos de Loja "Virgen del Cisne", ya que esta institución ha brindado las facilidades para el desarrollo del mismo.

Palabras Clave: Visión Artificial, SVM, KNN, OpenCV, Lenguaje de Señas Ecuatoriano.

ABSTRACT

In this paper, the study of machine vision is realized, with the aim of making the recognition of sign language at a basic level in real time, this project is aimed at solving certain problems encountered in the teaching learning teachers and students, the most obvious problem in this context is the large amount of time that teachers indicate delay and correct hand positions to each of the students, the implementation of the system was made with the use of RAD methodology with its four phases, requirements planning, user design, construction and rapid transition, more than it made use of the OpenCV library and IDE development QT Creator, to track the user's hand an algorithm to track an object through color, for the classification of the signs carried by the user were combined sequentially two algorithms is performed most often are used in the construction of these systems, the SVM and KNN algorithm, in order to reduce the error rate for predictions, finally this project will be implemented and deployed in the association of deaf Loja "Virgen del Cisne" and that this institution has provided the facilities for development.

KeyWords: Artificial Vision, SVM, KNN, OpenCV, Ecuadorian Sign Language.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el tema de la discapacidad es tratado en todos los gobiernos con su afán por afrontar hasta donde sea posible dicho problema, especialmente en los accesos a diversas áreas como educación, salud, transporte, etc. [1], por lo cual el uso de las herramientas tecnológicas provee de varias alternativas para su tratamiento. El empleo de la inteligencia artificial con sus variadas técnicas como, visión por ordenador, reconocimiento del lenguaje, aprendizaje automático, etc., han permitido la implementación de muchos sistemas, que son utilizados por personas cuyas capacidades no se encuentran dentro de lo “normal” [2].

En la asociación de sordos de Loja “Virgen del Cisne”, se capacita a personas con la discapacidad del oído, mediante la enseñanza del lenguaje de señas, enseñanza en la que existen problemas que afronta el tutor y los estudiantes, ya que el docente indica las posiciones de las manos y la corrección de la ejecución se la realiza a cada uno de los estudiantes, proceso que conlleva tiempo elevado y enseñanza lenta.

Es por ello que el presente proyecto se enfoca en el desarrollo de un sistema para el aprendizaje del lenguaje de señas en un nivel básico, con el uso de la visión artificial en tiempo real, para mejorar la enseñanza aprendizaje de las personas que conforman la asociación. Para su construcción se combinó los algoritmos SVM (Support Vector Machine) [3] y kNN (kNearest Neighbors) [4], con el propósito de reducir el porcentaje de error, de la misma manera se hizo uso del API de OpenCV para la construcción del reconocedor de la mano, todo esto implementado bajo el IDE de desarrollo QtCreator.

La estructura del artículo inicia con un resumen que detalla los aspectos más importantes del mismo, seguido de ello se presenta una introducción cuyo propósito es el de dar una visión general del contenido del problema y su posible solución, a continuación se indican los materiales y métodos que se emplearon para el desarrollo del sistema así como los resultados obtenidos luego de su ejecución, luego de ello se presenta trabajos relacionados con el tema tratado para finalizar con las conclusiones, trabajos futuros y el agradecimiento respectivo a quienes hicieron posible el desarrollo del proyecto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto se hizo necesario el empleo de materiales y métodos que garanticen la correcta implementación para el desarrollo del sistema desde las fases iniciales hasta sus fases posteriores, a continuación se realiza la descripción de los materiales y métodos empleados.

2.1. Materiales

Los materiales que se emplearon para la elaboración del sistema, son indicados en la Tabla 1, cada uno de ellos con su respectiva definición, para la comprensión de usuarios que son ajenos a este desarrollo.

Tabla I: Materiales empleados para el desarrollo del sistema.

Materiales	Descripción
OpenCV	Librería de visión artificial que permitió en base a las funciones que trae consigo, la implementación de los algoritmos para la clasificación de la mano así como para el algoritmo de predicción de la seña.
QtCreator	Entorno de Desarrollo Integrado que permite la fácil integración de la librería de visión artificial con el lenguaje de programación.
C++	Lenguaje de programación empleado el desarrollo de la aplicación para el reconocimiento del lenguaje de señas.
Cámara	Es el dispositivo empleado para la captura de imágenes.

2.2. Métodos

- **Científico**

El empleo de este método sirvió para formular el presente proyecto, se siguió las diferentes etapas que conlleva el mismo, la observación nos permitió tener una idea principal del campo problemático que conlleva la enseñanza del lenguaje de señas, la formulación de hipótesis ayudó en la formación del tema propuesto para esta investigación, a través de la experimentación, se pudo seleccionar la librería de visión artificial, se realizaron pruebas a los clasificadores, de forma individual y en conjunto, de la misma manera se pudo seleccionar una metodología, para finalmente en base a ella realizar las conclusiones referentes a la creación de la aplicación.

- **Estudio de Casos**

A través del estudio de casos se llevó a cabo la revisión literaria sobre las aplicaciones que hacen uso de la visión artificial, a partir de ello se revisaron casos de éxito como casos de fracaso en aplicaciones no industriales e industriales, como resultado de ello se obtuvo el análisis de los requerimientos tanto de hardware como software para la eficiente ejecución de un sistema con visión artificial.

2.3. Metodología de Desarrollo

Para el desarrollo del software se ha optado por emplear la metodología de desarrollo ágil RAD, ya que tanto los elementos como fases que constituyen esta metodología, la hacen ideal para la ejecución del mismo, principalmente permitiendo reducir el tiempo de desarrollo al reutilizar código que ha sido creado por la librería de desarrollo, de la misma manera esta metodología permite una mayor flexibilidad al momento de realizar cambios en cada una de las fases que implementan la misma ya que se tiene una mayor interacción de los desarrolladores con los usuarios finales del sistema.

A continuación se describen las actividades realizadas en cada una de las fases de la metodología RAD:

- **Fase de planificación de Requisitos**

En esta fase se trabajó con el subcoordinador de la asociación de sordos de Loja “Virgen del Cisne” para analizar y acordar las necesidades para el desarrollo eficiente del sistema, con el fin de llevar a cabo estos procesos se emplearon técnicas de recolección de datos como la entrevista, la encuesta y la observación directa.

- **Fase de diseño del Usuario:**

Dados los requerimientos, se realizaron los prototipos iniciales de pantallas que integran el sistema, estos prototipos fueron presentados a los usuarios, los mismos que sugirieron realizar algunos cambios y modificaciones, este proceso se repitió durante varias ocasiones con los que finalmente se obtuvo prototipos claros y sencillos.

- **Fase de construcción rápida**

En base a la información obtenida en las fases anteriores y en la revisión literaria se procedió a codificar la aplicación, teniendo en cuenta las configuraciones de los entornos de desarrollo, los estándares de codificación, etc. Finalmente se realizaron pruebas las mismas que fueron de tres tipos: Pruebas unitarias, Pruebas de cobertura y Pruebas en varios entornos.

- **Fase de Transición**

Esta fase de la metodología fue la encargada de poner en marcha el sistema en la asociación de sordos de Loja, así como de brindar las correspondientes pruebas y capacitación a las personas que van a hacer uso del sistema.

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

A continuación se describe el desarrollo de cada una de las fases de la metodología RAD, que fueron empleados para la implementación del sistema:

3.1 Planificación de requisitos

En esta fase se procedió a realizar un análisis de los procesos que se realizan para la enseñanza del lenguaje de señas en la asociación y así obtener los requerimientos, conceptos y objetos que permitirán el desarrollo de la aplicación, para el logro de esta fase se aplicaron algunas técnicas de recolección de información, especialmente la observación directa, y algunas otras como la entrevista y la encuesta, el resultado es una lista de requerimientos, a partir de ellos se procedió a verificar su consistencia y redundancia dando como resultado los Requisitos Funcionales y No Funcionales que se describen en las Tabla I y

Tabla II:

3.1.1 *Requerimientos Funcionales:*

El sistema permitirá:

Tabla II: Requerimientos funcionales.

Ref.	Descripción	Categoría	Técnica de Recolección
RF001	Seleccionar un umbral adecuado para el seguimiento de un color.	Evidente	Entrevista
RF002	Reconocer la mano del usuario.	Evidente	Observación
RF003	Realizar un seguimiento de la mano del usuario.	Oculto	Entrevista
RF004	Obtención de imágenes de la mano del usuario para la clasificación.	Oculto	Observación
RF005	Reconocer cada uno de los signos del alfabeto de señas.	Evidente	Entrevista
RF006	Reconocer cada uno de los signos de los números.	Evidente	Entrevista
RF007	Formación de palabras en base a los signos representados en el lenguaje de señas.	Evidente	Observación

3.1.2 *Requerimientos No Funcionales:*

El sistema deberá:

Tabla III: Requerimientos no funcionales.

Ref.	Descripción	Categoría	Técnica de Recolección
RN001	No ser demasiado complejo en su utilización.	Evidente	Encuesta
RN002	Tener una interfaz de usuario amigable.	Evidente	Entrevista
RN003	Proporcionar ayuda en la pantalla que se encuentre.	evidente	Entrevista
RN004	Brindar tiempos de respuesta aceptables.	oculto	Entrevista

3.2 **Diseño del usuario.**

Con el uso de los requerimientos se pudo extraer cada una de las entidades a desarrollar, obteniendo así las clases y sus respectivos métodos y atributos, además se refinaron dichas clases y sus relaciones, quedando el modelo de dominio como se indica en la Fig. 1. Dicha figura contiene un conjunto de clases en la cual intervienen dos de las clases más importantes, Dispositivo que es la entidad que permitirá la captura y el procesamiento del video en tiempo real y Persona que es el usuario que hará uso de dicho

dispositivo. La Tabla IV, muestra el conjunto de entidades implementadas, todas ellas con su correspondiente definición que nos permite tener una mejor comprensión de la forma en que cada una de ellas opera.

Tabla IIIV: Entidades seleccionadas para la implementación del sistema.

Entidad	Descripción
Persona	Entidad que va a hacer uso del sistema para el aprendizaje y detección del lenguaje de señas.
Rostro	Entidad que permite la detección del rostro de una persona para su posterior eliminación, de manera que se evite un procesamiento innecesario.
Color Piel	Clase que contiene los valores que representan el color de piel de una persona específica.
Clasificador	Entidad que permite la predicción de cada uno de los signos realizados.
Procesamiento	Clase que contiene los procesos básicos para realizar la segmentación de la imagen inicial, para conseguir únicamente la extracción de la mano.
Dispositivo	Entidad que permite la captura de imágenes en tiempo real.

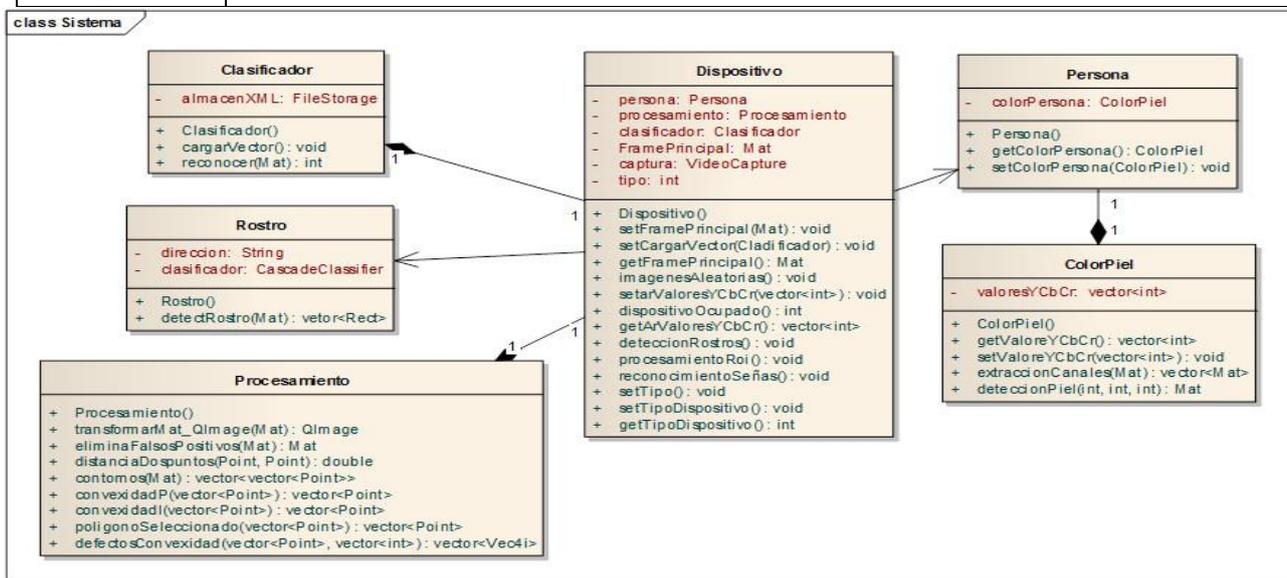


Fig. 1: Modelo del dominio.

3.2.1 Modelo de datos

No se empleó una base de datos, se hizo uso de un archivo de almacenamiento XML que permite guardar cada una de las muestras con la que se compara las imágenes extraídas del video en tiempo real.

3.2.2 Flujos de ventanas principales del sistema

Ya con la lista de requerimientos se procedió a realizar los prototipos rápidos de pantalla iniciales, estos fueron presentados a los usuarios con el objetivo de obtener sugerencias de manera que se obtenga un prototipado claro y sencillo.

Para el desarrollo de las interfaces del sistema para el reconocimiento de señales en tiempo real se hizo necesario el empleo de cuatro hilos de ejecución (cuatro subprocesos del sistema) de forma paralela los dos primeros se ejecutan cada 20 milisegundos, el tercero se ejecuta cada medio segundo y el último cada vez que el usuario requiera de la selección del color de piel.

- El primer hilo se lo empleó para la captura de video en tiempo real, y la detección del rostro para su posterior eliminación.
- La ejecución del segundo hilo, es la encargada de la captura de los valores que representan el color de piel del usuario.

- Una vez que el dispositivo se encuentra únicamente siguiendo el color de piel del usuario, se pone en ejecución el tercer hilo, el cual permite la extracción de características que representan la mano.
- Finalmente el cuarto hilo se ejecuta cada medio segundo y es el que permite clasificar la seña de la mano luego de realizado todo este procesamiento.

3.3 Construcción Rápida

En esta fase de la metodología se realiza la implementación de los algoritmos para el reconocimiento de la mano así como para la clasificación de las señas, a continuación se describe los procedimientos que se emplearon para el desarrollo:

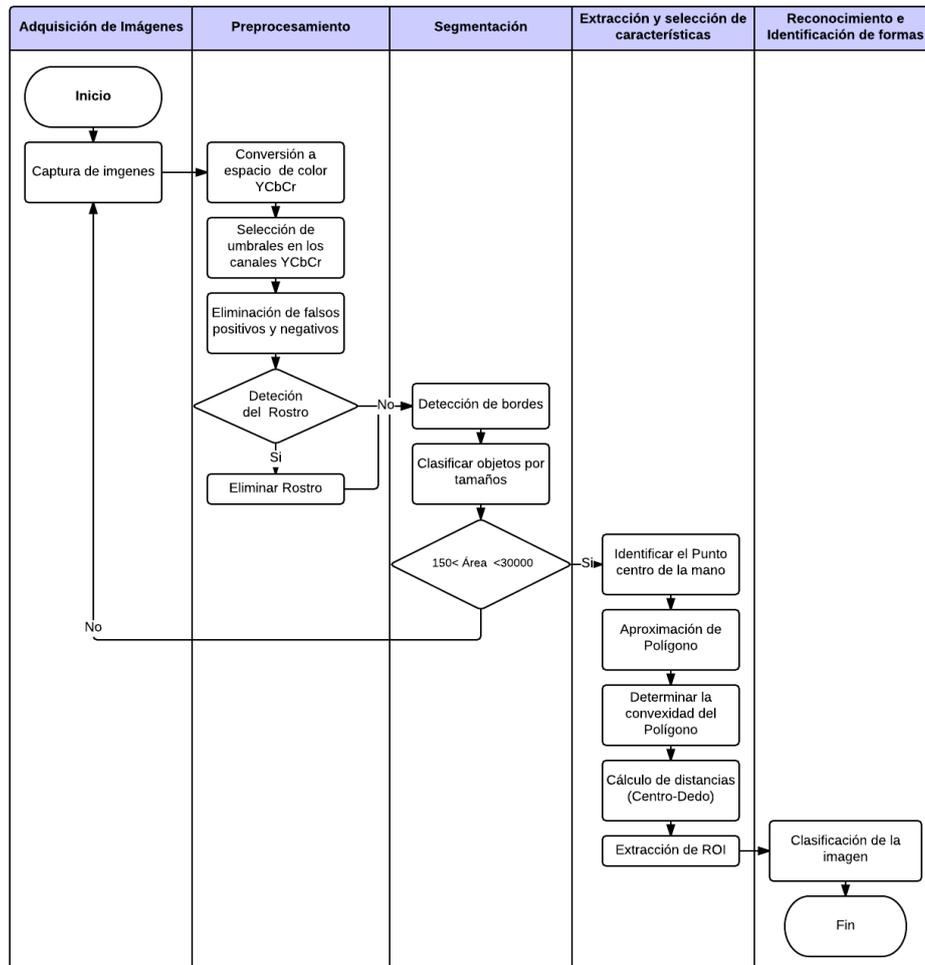


Fig. 2. Algoritmo para reconocer la mano.

3.3.1 Construcción del Reconocedor de la mano

Los algoritmos que se analizaron para la detección de la mano, hacen indispensable el uso de dispositivos sumamente costosos como (Kinect) [5,6], o lugares completamente controlados que mantengan un fondo de color uniforme, y donde no aparezca ningún otro objeto que no sea las manos de la persona que manipula el sistema [7,8]. Es por ello que se optó por la construcción de un algoritmo propio, en la Figura 2, se muestra el funcionamiento del algoritmo para el reconocedor de la mano. Para la implementación de dicho algoritmo, se emplearon las funciones del api de OpenCV, ya que frente a otras librerías ofrece algunas ventajas como, gran cantidad de sistemas que se han realizado en base a la misma dos de los principales y a partir de los cuales se deriva un sin número son: el reconocimiento de placas [9] y el reconocimiento de rostros [10], extensa documentación y gran cantidad de funciones para la implementación de algoritmos propios.

3.3.2 Construcción del Reconocedor del Alfabeto de señas.

Para la construcción del reconocedor del alfabeto de señas se entrenó los clasificadores SVM (Máquina de Soporte Vectorial) y el KNN (Kvecino más cercano), ya que el entrenamiento Cascadas

Haar, requiere de una gran cantidad de tiempo [11], muestras [12] y un equipo de cómputo con características potentes en cuanto a procesador y memoria.

El conjunto de muestras empleado para el entrenamiento de los clasificadores SVM y KNN fue de 15, 30 y 50 muestras por signo, a continuación se presentan las pruebas realizadas con un conjunto de 50 imágenes:

Tabla V: Porcentaje de predicción clasificador SVM.

Muestras	Imágenes	Reconocidas	Porcentaje
15	Números	44	88%
	Letras	42	84%
30	Números	46	92%
	Letras	45	90%
50	Números	44	88%
	Letras	40	80%

Tabla VI: Porcentaje De Predicción Clasificador KNN.

Muestras	Imágenes	Reconocidas	Porcentaje
15	Números	45	90%
	Letras	42	84%
30	Números	46	92%
	Letras	46	92%
50	Números	40	80%
	Letras	41	82%

En la primera fila de las

Tabla V: Porcentaje de predicción clasificador SVM.

Tabla V y Tabla VI, se muestra el empleo de 15 muestras por signo, a través de las cuales se obtuvo un porcentaje promedio de 86 % y 87 % de aciertos en la clasificación de números y letras, razón por la cual se duplicó el número con el objetivo de mejorar la clasificación, el nuevo porcentaje promedio obtenido fue de 91 % y 92 % de aciertos, se empleó una tercera muestra con un número mayor al total de muestras anteriores, esta vez el clasificador tuvo un sobre entrenamiento ya que el porcentaje obtenido es menor al esperado a más de ello, los archivos generados para la clasificación aumentaron proporcionalmente el tamaño, ya que el peso depende del número de muestras, por esta razón se decidió emplear un conjunto de 30 muestras por signo para la clasificación del alfabeto del Lenguaje de señas.

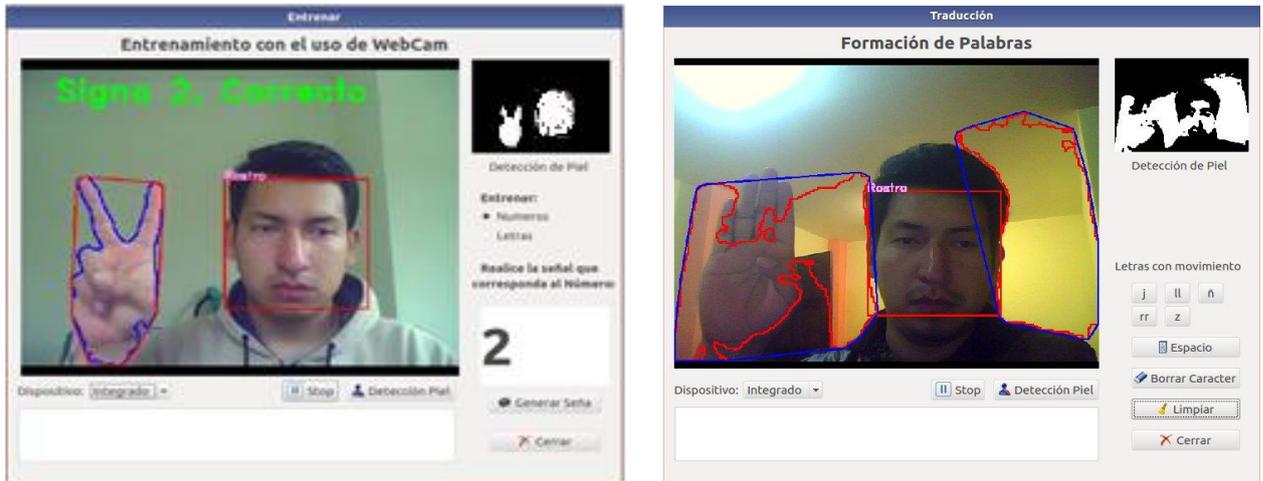
4. RESULTADOS

Las pruebas de este nuevo clasificador que resultó de la combinación de los dos clasificadores (KNN y SVM), se las realizó con un conjunto de 150 imágenes las cuales contienen números y letras, de las cuales 145 imágenes fueron reconocidas obteniendo un porcentaje de error de 3.33 %, la combinación de los clasificadores mejora notablemente el porcentaje de predicción.

De igual manera para verificar el comportamiento de todo el sistema se realizaron pruebas en diferentes entornos y condiciones:

- **Iluminación**

Con la iluminación adecuada el sistema puede segmentar la imagen de captura, y seguir únicamente el color asignado, por ende los resultados que emite durante la clasificación son aceptables **Fig. 3: Prueba con (a) Iluminación Adecuada.** Fig. 3 (a), mientras que con una iluminación inadecuada o la existencia de colores con demasiada intensidad el sistema no puede segmentar la imagen por el color, seleccionando para la fase de clasificación objetos que se encuentran próximos al umbral elegido, de esta manera el sistema emite resultados erróneos o simplemente no presenta resultados, ya que la no existen coincidencias de la imagen obtenida con los clasificadores Fig. 3 (b).



(a)

(b)

Fig. 3: Prueba con (a) Iluminación Adecuada., (b) Iluminación Inadecuada.

- **Toma Nocturna**

El algoritmo de reconocimiento de señas se ve afectado cuando existe poca luminosidad o las fuentes de iluminación son escasas, la selección de cada uno de los valores que componen el color de piel del usuario se hace dificultosa, ya que no existen colores definidos en el entorno capturado, por ende el reconocedor no podrá seguir un objeto específico como se muestra en la Fig. 4, y la predicción no se realiza, en caso de suceder lo contrario las letras o números que emite el sistema luego del reconocimiento correspondiente no corresponden a las señas realizadas por el usuario, que se encuentra manipulando el sistema.

:



Fig. 4: Prueba nocturna.

- **Distancia entre el usuario y la cámara**

La distancia adecuada para el reconocimiento del lenguaje de las señas, se encuentra en un rango de 60 a 100 cm, si este valor se ve afectado con exceso de las distancias establecidas, el reconocimiento de las señas no se realiza adecuadamente ya que el número de píxeles no supera el rango de la condición para la extracción de la ROI, si se limita el valor de la distancia el sistema tenderá a hacerse un tanto lento debido a la cantidad de píxeles que deberá procesar para encontrar características que representen la mano del usuario, en la Fig. 5, se indica la ejecución de esta prueba.



Fig. 5: Prueba con distancia mayor a 1m.

5. TRABAJOS RELACIONADOS

Con el uso de la Visión Artificial se han implementado un gran número de herramientas que han permitido solventar ciertos problemas, en la industria desde el control de calidad hasta aplicaciones no industriales como el control de tráfico, reconocimiento del alfabeto de señas, etc., de las referencias revisadas los sistemas más relevantes y que han servido como base para otras aplicaciones son:

- **Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares (ANPR)**

Este proyecto tiene como propósito la detección y la extracción de las placas vehiculares para el registro de vehículos, este tipo de sistema se encuentra implantado en diferentes países de América, Asia, Europa y África, [13], ya que ha sido desarrollado con soporte para diferentes lenguajes y caracteres alfanuméricos.

Para este procedimiento también se emplea el reconocimiento óptico de caracteres (OCR), a través del cual se realiza la transformación de las imágenes segmentadas a caracteres de texto o ASCII [14], a través de estos tipos de sistemas se han implementado muchos otros como:

- **Control de Accesos**

Usando la matrícula a modo de “llave” o “mando” para acceder a un estacionamiento [15].

- **Inventariado de vehículos**

Además de la captura de la imagen de la matrícula se podría adquirir imágenes adicionales de todo el vehículo, para determinar el estado del mismo en el instante de ingreso a un determinado aparcamiento [15].

- **Aplicaciones de control de calidad**

Son muchas las empresas que han optado por ésta tecnología, ya que reduce el tiempo y costo de los procesos que normalmente realizaría una persona encargada, en la inspección, monitorización y selección de un producto defectuoso. Actualmente se aplica la robótica con la visión artificial dando resultados inigualables, permitiendo así la automatización de empresas y procesos tales como [16]:

- Envasado de productos [17].
- Medición automática [18].
- Guiado de Robots (Automoción) [19,20].

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Al finalizar con el desarrollo del sistema para la enseñanza aprendizaje del abecedario del lenguaje de señas se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- El empleo de una metodología de desarrollo ágil facilita la construcción de sistemas de visión artificial ya que permite una mayor interacción con los usuarios y flexibilidad de cambios durante todo el ciclo de desarrollo.
- La combinación de algoritmos KNN y SVM para el reconocimiento de las señas, permite la reducción del porcentaje de error durante la clasificación.
- Los cambios de iluminación se deben controlar sobre todo para la construcción de aplicaciones no industriales, ya que de ello depende el éxito o fracaso de los resultados que emita el sistema.
- OpenCV cuenta con una extensa documentación así como la fácil integración en varios lenguajes de programación, a más de ello es una herramienta de software libre, lo que permitió reducir el costo de la aplicación sin perder la calidad ni la robustez.
- El desarrollo del presente sistema facilitó la enseñanza, evitando que el docente revise cada una de las señas realizadas a cada uno de los estudiantes, ya que el docente únicamente explica cómo se debe ejecutar el sistema y sus diversas funcionalidades, evidenciándose mayor interés en los estudiantes jóvenes al estar más relacionados con el uso de las tecnologías.

La ejecución del proyecto abre nuevas líneas de investigación relacionadas con mejoras en el sistema o nuevas aplicaciones en base al mismo:

- Implementar un traductor del Lenguaje de Señas que comprenda la clasificación de palabras enteras, mediante el empleo de una sola seña, o de señas que contengan movimientos complejos.
- Implementar un sistema que permita la generación de cursos personalizados, de acuerdo al nivel de conocimientos o tipo de aprendizaje de cada alumno.
- Hacer uso de la inteligencia artificial para implementar un avatar que permita entablar diálogos con los alumnos.
- Migrar la aplicación para la traducción del Lenguaje de Señas a dispositivos móviles.

7. AGRADECIMIENTOS

Quisiera hacer extensiva mi gratitud a mis directores del Trabajo de Titulación, Ing. Pablo Fernando Ordóñez Mg. Sc. y al Ing. Henry Patricio Paz Arias Mg. Sc., por su dedicada orientación, seguimiento y supervisión continua y a la Asociación de Sordos de Loja “Virgen del Cisne”, que permitió que se pueda llevar a cabo este proyecto, a través de la dotación completa de información referente al aprendizaje del lenguaje de señas.

8. REFERENCIAS

- [1] Mate E. A., Vásquez A. J., *Inc Netlibrary Panamerican Health Organization*, “Discapacidad: lo que todos debemos saber”, Panamerican health org, 2006, pp 1012.
- [2] *La Jornada*, “Crean científicos del Cinvestav lentes con inteligencia artificial para invidentes”, mayo 2014, <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2014/05/16/creancientificosdelcinvestavlentesconinteligenciaartificialparainvidentes4412.html>.
- [3] Burges Christopher, "A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition", <http://research.microsoft.com/pubs/67119/svmtutorial.pdf>, enero 2015.
- [4] Garcia Vicente, Eric Debreuve and Michael Barlaud, "Fast K Nearest Neighbor Search using GPU" <http://nichol.as/papers/Garcia/Fast%20k%20nearest%20neighbor%20search%20using.pdf>, Université de NiceSophia Antipolis, enero 2015.
- [5] Valencia Redrován D. P. y González Delgado L. E., “Diseño e implementación de un prototipo de robot asistente para personas con discapacidad motriz y adultos mayores, basado en inteligencia artificial”, julio 2014.
- [6] Heng D. and TszHand T., “Hand gesture recognition usin Kinect.”, Boston University, December 15, 2011.
- [7] Shashank S. and Kumar A., “Hand gesture recognition using Microsoft Kinect.”, Dept. of Computer Science and Engineerin, April 15, 2012.
- [8] Vaughn M. S. and Connan J., “RealTime gesture recognition using Eigenvectors.”, Dept. of Computer Science, University of the Wester Cape.
- [9] Manresa C., Varona J., Mas Ramon and Perales F., “RealTime hand tracking and gesture recognition for human computer interaction.”, Universidad de les Illes Balears, 06Jan2000.
- [10] R. F. Prates, G. Camara Chávez, William Schwartz and D. Menotti, "Brazilian License Plate Detection Using Histogram of Oriented Gradients and Sliding Windows", <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1401/1401.1990.pdf>, Department Computing, University Federal od Ouro Preto, enero 2015.
- [11] Prathamesh Timse, Pranav Aggarwal, Prakhar Sinha and Neel Vora, "Face Recognition Based Door Lock System Using Opencv and C# with Remote Access and Security Features", http://www.ijera.com/papers/Vol4_issue4/Version%206/K044065257.pdf, Department od Electronics and Telecommunication Engineering.

- [12] Juan Carlos Ortega Pérez, “Multi clasificación discriminativa por partes mediante códigos Correctores de Errores.”, Universidad de Barcelona, Septiembre de 2013.
- [13] Dragolici A., “Detección, localización e identificación biométrica de caras en imágenes: métodos y evaluación en el marco NISTMBGG.”, Universidad de Madrid, Ingeniería de Telecomunicación.
- [14] Kineo Ingeniería informática y electrónica, “Técnicas de Gestión del Tráfico.” España, https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/199309/Reconocimiento_Automatrico_Numero_Placa_TGT.pdf.
- [15] Pérez I., “Desarrollo de un sistema de seguridad para parqueaderos basado en tecnología RFID”, Dept. Electrónica, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito julio 2013, http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/15102/1/52976_1.pdf.
- [16] Kineo, “Reconocimiento Automático del Número de Placa”. https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/199309/ANPR_FlujoLibre_KINEOTGT.pdf
- [17] JasVisio, “Aplicaciones de la Visión Artificial.”, Ingeniería Informática y Electrónica, <http://www.jasvisio.com/visionartificialaplicadaindustriaalimentacion.html>.
- [18] Guarnes M. A., Gellon H. y Petrino Ricardo, “Inspección automática de impresiones sobre envases cilíndricos empleando visión artificial.”, Dept. De Física, Universidad Nacional de San Luis, http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/22986/Documento_completo.pdf?sequence=1.
- [19] Forero J., “Medición automatizada de piezas torneadas usando visión artificial.”, Universidad INCCA de Colombia, marzo de 2013, <http://oaji.net/articles/5971403541310.pdf>.
- [16] Suárez Martín M., “Sistema de guiado de robots por visión artificial para el marcado de motores.”, Universidad Técnica de Valencia, 2012, http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/40177/Tesina_Master_Manuel.pdf?sequence=1.
- [20] García Pérez L., “Navegación autónoma de robots en agricultura: un modelo de agentes.”, Dept. Arquitectura de Computadores y Automática, Universidad Complutense de Madrid, 2005, <http://eprints.ucm.es/5277/1/T27198.pdf>.

APLICACIONES MÓVILES MULTIPLATAFORMA PARA CONSULTAS ACADÉMICAS EN INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.

Janina Herrera Riofrío¹, Rene Guamán Quinche²

¹ Universidad Nacional de Loja, Ecuador, jherrerar@unl.edu.ec

² Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, eguman@utm.edu.ec

RESUMEN

El presente artículo se basa en un estudio realizado sobre las aplicaciones móviles multiplataforma para consultas académicas en Instituciones de Educación Superior, para lo cual se ha tomado como caso de estudio la Universidad Nacional de Loja (UNL). Durante el desarrollo de éste trabajo se realizó un análisis de las herramientas adecuadas para realizar la implementación de la aplicación, también se evaluó las metodologías de desarrollo de software para determinar la más adaptable al desarrollo de aplicaciones móviles. Luego se elaboró el análisis e implementación de la aplicación tomando como base el sistema operativo Android, posteriormente se realizó la adaptación y compilación para los sistemas operativos BlackBerry OS e iOS. Como resultado de ésta implementación se obtuvo una aplicación móvil multiplataforma la cual fue publicada en las respectivas tiendas de aplicaciones móviles, con la finalidad de determinar la utilidad de la aplicación y el grado de aceptación por parte de los usuarios de la misma. Finalmente se aplicó una encuesta a una muestra de estudiantes de la UNL y conjuntamente con las estadísticas generadas por las tiendas de aplicaciones permitieron comprobar que la aplicación móvil agiliza las consultas de información académica logrando así que los estudiantes conozcan esta información de manera oportuna y eficiente.

Palabras Clave: Aplicaciones móviles, información Académica, instituciones de educación superior.

ABSTRACT

This article is based on a study of multiplatform mobile applications for academic inquiries for Institutions of Higher Education. The National University of Loja (NUL) was used as a case study for this research. During the course of this research an analysis of the proper tools required was carried out for the implementation of this application tools. In addition software methodology development was also evaluated to determine the most compliant to mobile application development. Analysis and implementation of the application based on the Android operating system was performed, then an adaptation and compilation for Blackberry OS and iOS operating systems was carried out. As a result of this implementation a multiplatform mobile application was then distributed in respective mobile application stores in order to determine the usefulness of the application and the degree of acceptance by users of it. Finally, a survey was administered to a sample of students from the NUL and together with the statistics obtained from the mobile application stores permitted the verification that the mobile application did indeed streamline academic inquiries resulting in the fact that students found out this information in a timely and efficient manner.

KeyWords: Mobile Applications, Academic Information, Institutions of Higher Education.

1. INTRODUCCIÓN

Las Instituciones de Educación Superior (IES) generan gran cantidad de información la cual debe ser accesible por los estudiantes y personas que tengan interés en la misma. Los avances que han surgido en la Internet conjuntamente con los portales Web han constituido un gran aporte en este ámbito facilitando el acceso a la información de forma rápida sin necesidad de acudir a las IES.

Sin embargo la tecnología ha evolucionado cada vez más brindando nuevas alternativas tecnológicas, este es el caso de la tecnología móvil, la cual proporciona múltiples ventajas como son movilidad, facilidad de acceso, procesamiento de datos, entre otras. Si bien es cierto desde los dispositivos móviles se puede acceder a los portales Web que la mayoría de instituciones posee.

Sin embargo la mayoría de estos portales no se adaptan a las características de un dispositivo móvil ocasionando inconvenientes como lentitud en las consultas, dificultad para visualizar la información debido a que en algunos casos se muestra información poco relevante antes de mostrar la información que los estudiantes requieren consultar [1]. Actualmente existen una gran cantidad de aplicaciones móviles que han permitido a las IES transmitir información a sus estudiantes de manera rápida y de fácil acceso [2][3][4]. Estas razones constituyeron el punto de partida para realizar el análisis e implementación de una aplicación móvil para consultas académicas en la Universidad Nacional de Loja (UNL), la cual permite a los estudiantes registrarse mediante el usuario y contraseña proporcionado por la institución y realizar consultas de información personal, carreras y/ cursos, notas por módulo/ciclo, notas por unidad/taller e historial de matrículas. Además permite realizar consultas de las áreas y carreras que constituyen la IES. Además de ello considerando que las IES acogen una gran cantidad de población en donde se utiliza más de un sistema operativo móvil se estableció con requisito fundamental que la aplicación sea multiplataforma. Finalmente se realizó la publicación en las respectivas tiendas de aplicaciones móviles con la finalidad de que los estudiantes puedan hacer uso de la misma sin ningún tipo de restricción.

En desarrollo del presente artículo se relata los materiales y métodos utilizados para realizar el análisis e implementación de la aplicación móvil, cuyos resultados se presentan en la sección de diseño e implementación. A continuación se presenta los resultados obtenidos luego de realizar la implementación conjuntamente con la discusión de los mismos. Finalmente se menciona los trabajos relacionados al tema de estudio y se emite algunas conclusiones y trabajos futuros que pueden surgir a partir del trabajo realizado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el desarrollo del presente trabajo se utilizó algunos métodos de investigación científica que de describen a continuación.

Estudio de casos: Este método fue utilizado para realizar una exploración y análisis de casos de éxito sobre aplicaciones móviles de consultas de información académica a nivel internacional y a nivel de Ecuador.

Observación activa: Este método fue empleado para comprender a fondo el tema de estudio, así poder elaborar un buen análisis que permita implementar una solución que satisfaga las necesidades de los estudiantes de la Universidad Nacional de Loja(UNL).

Metodología de desarrollo de Software: La metodología utilizada en el desarrollo de la aplicación móvil fue SCRUM, misma que fue seleccionada por ser una metodología ágil y adaptable al desarrollo de aplicaciones móviles [5]. Además de ello se puede utilizar conjuntamente con la herramienta Trello, la cual proporciona un entorno interactivo que permite gestionar el desarrollo del proyecto, así como de visualizar los avances y los riesgos por lo que atraviesa durante todo el proceso de desarrollo.

A continuación se explicará más detalladamente como se desarrolló cada fase de dicha metodología.

a. Participantes en el proyecto

En esta fase se estableció el equipo que participó en el desarrollo del presente proyecto asignándoles a cada uno un rol de acuerdo a los roles que especifica la metodología Scrum [5] (Ver tabla I).

Tabla I: Equipo de trabajo

Rol	Nombre
Product Owner (Propietario del producto)	Universidad Nacional de Loja
Scrum Master (Facilitador)	Janina Herrera
Scrum Team (Equipo)	Janina Herrera Rene Guamán
Usuarios	Estudiantes de la Universidad Nacional de Loja.

b. Sprint 0: Planificación Inicial

En esta fase se realizó dos tareas fundamentales que son la especificación de requerimientos y a partir de los requerimientos encontrados se realizó la planificación del proyecto para su posterior ejecución.

- **Especificación de requerimientos**

Para desarrollar esta tarea primeramente se realizó un análisis de las necesidades y requerimientos de los estudiantes para el desarrollo de la aplicación móvil de consultas académicas. Posteriormente utilizó el estándar IEEE830 para documentar la especificación de requerimientos.

- **Planificación del proyecto**

Luego de realizar la especificación de requerimientos se procedió a elaborar la planificación del proyecto para ello se tomó como base los requerimientos encontrados dividiéndolos en Sprints (Iteraciones), también se asignó un tiempo estimado para cada Sprint. A continuación se detallan los Sprints definidos para el proyecto (Ver tabla II).

Tabla II: Sprints desarrollados en el proyecto

Nro. Sprint	Meta	Tareas	Tiempo
1	Análisis y diseño de la aplicación.	Se realizaron algunas tareas que corresponden al análisis y diseño de la aplicación móvil dentro de estas tareas se tiene: Diseñar la arquitectura de la aplicación, interfaz gráfica, elaborar el Modelado de casos de uso y diagrama de clases.	10 días
2	Autenticación en la aplicación móvil y visualización los datos personales del estudiante.	Se procedió a implementar los requerimientos asignados en la fase de planificación del proyecto, para ello se consideró al Sprint como un subproyecto en el que se realizaron las siguientes fases: <ul style="list-style-type: none"> • Análisis y diseño: tomando como base el análisis y diseño de la aplicación realizado en el Sprint 1, en esta fase se realizó nuevamente una revisión del análisis en especial de la interfaz y del diagrama de clases para determinar si lo antes realizado esta acorde con especificado en la fase de análisis de requerimientos. • Implementación: en esta fase se realizó la codificación de las funciones necesarias para dar cumplimiento a los requerimientos asignados. • Pruebas: en esta fase se realizó las pruebas funcionales de la aplicación para determinar si se cumplen los requerimientos establecidos por el 	10 días

		usuario y asignados a la iteración.	
3	Consulta del módulo actual e historial de matrículas por cada una de las carreras y/o cursos a los que pertenezca el estudiante.	Se procedió a implementar los requerimientos asignados a este Sprint, para ello se siguió las 3 fases descritas en el Sprint 2.	10 días
4	Consulta de información sobre las áreas, con sus respectivas carreras que oferta la UNL.	En este Sprint se realizó a implementar los requerimientos asignados a la misma, para ello se siguió las 3 fases descritas en el Sprint 2.	10 días
5	Compilar la aplicación para sistema operativo BlackBerry e iOS.	Se realizó la compilación de la aplicación móvil para sistema operativo BlackBerry e iOS. También se realizaron pruebas funcionales de la aplicación en estas dos plataformas.	5 días
6	Publicar la aplicación en las tiendas de Android, BlackBerry e iOS.	Finalmente en este Sprint se realizó la publicación de la aplicación móvil en las respectivas tiendas como Google Play, BlackBerry World y App Store, con la finalidad de que la aplicación este sea accesible para los estudiantes de la UNL.	5 días

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1 Análisis de frameworks para el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma.

Los dispositivos móviles han evolucionado de tal forma que cada día existen más personas que usan estos dispositivos, de igual forma se han desarrollado diferentes sistemas operativos móviles como son Android, iOS, BlackBerry, Windows Mobile, entre otros. La variedad de sistemas operativos que existen obligan a los desarrolladores de aplicaciones móviles en elaborar una solución para cada una de las plataformas lo que resulta costoso tener que desarrollar la misma aplicación más de una vez puesto que para cada plataforma se debe conocer el lenguaje y las reglas que cada plataforma provee [1].

Una alternativa para este tipo de inconvenientes es desarrollar aplicaciones Web Mobile mediante el uso de frameworks como son jQuery Mobile, Sencha Touch, entre otros. Sin embargo estas tecnologías no permiten acceder a funciones propias de cada dispositivo como cámara, contactos, etc. Además estas aplicaciones no pueden distribuirse mediante las tiendas de aplicaciones de cada plataforma.

Para dar solución a estas necesidades se ha desarrollado Frameworks como Phonegap, Titanium Appcelerator, entre otros [6], los cuales permite desarrollar aplicaciones híbridas multiplataforma. Analizando estos Frameworks se puede concluir que tanto Phonegap como Titanium permite desarrollar la aplicación móvil multiplataforma para consultas académicas en la Universidad Nacional de Loja. Sin embargo analizando las características de cada uno de estos Frameworks se puede evidenciar que para el desarrollo de la aplicación móvil antes mencionada resulta factible utilizar Phonegap puesto que se trata de una aplicación de consulta de datos en donde es primordial el diseño de la interfaz, misma que se la puede realizar eficientemente mediante el uso de tecnologías que nos brinda Phonegap como son HTML5, CSS3, JavaScript y la integración con Frameworks como jQuery Mobile y Bootstrap, permitiendo obtener una interfaz más amigable e intuitiva [6].

3.2 Evaluar el Servicio web del Sistema de Gestión Académico (SGA)

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizará un Servicio Web SOAP, el cual proporciona algunos métodos de consulta de datos personales, académicos y estadísticos. Las respuestas del Servicio Web son

en XML formateado con JSON para facilitar el intercambio de datos; en este caso la consulta de información al SGA.

El Servicio Web (WS) se encuentra alojado en un servidor de la UNL [7]. Para acceder a esta biblioteca de métodos es necesario autenticarse con el respectivo usuario y contraseña previamente registrados en el (WS).

3.3 Análisis y diseño de la Aplicación

3.3.1 Requerimientos funcionales

En la Tabla III se presenta los requerimientos funcionales establecidos para la aplicación móvil.

Tabla III: Requerimientos Funcionales

Nombre	Descripción
Ingresar a la aplicación.	La aplicación móvil permitirá al Estudiante ingresar a la aplicación mediante en número de cédula y clave utilizados en el Sistema de Gestión Académico.
Visualizar datos personales.	La aplicación móvil permitirá al Estudiante visualizar sus datos personales (cédula/DNI, nombres, email, teléfono, dirección).
Consultar carreras y/o cursos.	La aplicación móvil permitirá al Estudiante consultar la(s) carrera(s) y/o curso(s) al que pertenezca.
Consultar el módulo actual con su respectiva información.	La aplicación móvil permitirá al Estudiante consultar el módulo actual en el que se encuentra matriculado por cada de una de la(s) carrera(s) y/o curso(s) al que pertenezca.
Consultar el historial de matrículas.	La aplicación móvil permitirá al Estudiante consultar el historial de matrículas por cada de una de la(s) carrera(s) y/o curso(s) al que pertenezca.
Consultar notas por cada carrera y/o curso, módulo y unidad.	La aplicación móvil permitirá al Estudiante consultar notas por cada carrera y/o curso, modulo y unidad.
Consultar áreas y carreras de la UNL.	La aplicación móvil permitirá al Usuario consultar información de las áreas que tiene la UNL, así como las carreras pertenecientes a cada área.

3.3.2 Arquitectura de la aplicación y Diagrama de casos de uso

La Figura 1 muestra la arquitectura de la aplicación móvil en la cual se especifica la tecnología que se utilizó el desarrollo de la misma y en la Figura 2 se presenta el diagrama de los casos de uso implementados en el desarrollo de la misma.



Figura 1. Arquitectura de la aplicación

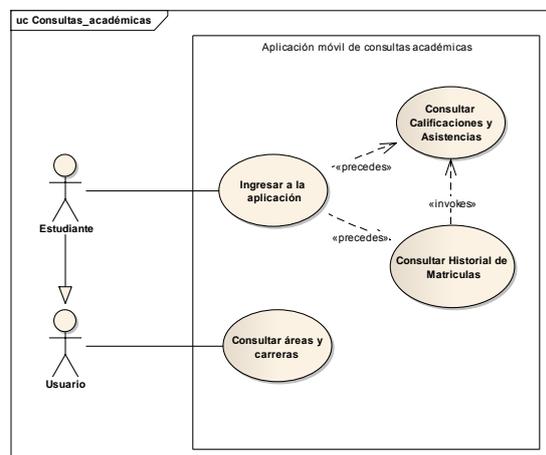


Figura 2: Diagrama de casos de uso

3.3.3 Diagrama de Clases

La figura 3 presenta el diagrama de clases elaborado para la implementación de la aplicación móvil, cada clase corresponde a un archivo JavaScript y los métodos corresponden a las funciones implementadas.

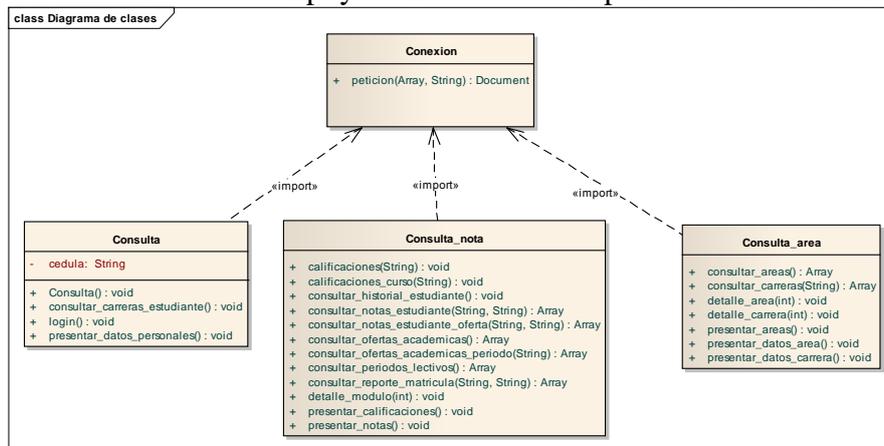


Figura 3. Diagrama de Clases

3.4 Implementar la aplicación móvil para consultas de información académica.

3.4.1 Creación de un proyecto con PhoneGap para Android

Para crear el proyecto para Android se ha utilizado el IDE Eclipse en el cual se realizaron los siguientes pasos:

- Descargar PhoneGap versión 2.9 desde la página oficial.
- Crear un proyecto de Android en Eclipse, para ello se ha como versión mínima la 2.3 para que la aplicación función desde esta versión hasta la última versión de Android.
- En el directorio assets del proyecto se creó un directorio llamado www.
- Dentro del directorio www se creó los directorios js, css e img.
- Luego de la carpeta descargada de Phonegap/Android/lib se copió los siguientes archivos:
 - El archivo cordova.js se lo copia en el directorio www/js.
 - El archivo cordova.jar se lo copia en el directorio libs.
 - La carpeta xml se la copia en el directorios res.
- Luego se debe añadir la librería cordova.jar a la ruta de construcción del proyecto Android para ello se debe presionar clic derecho en la librería, luego en Build Path y finalmente en Add to Build Path.
- Para que el proyecto se pueda ejecutar como una aplicación nativa se debe ubicar el siguiente código en el archivo MainActivity.java (ver Tabla IV).

Tabla IV: Código de MainActivity.java

```

import org.apache.cordova.*;
import android.os.Bundle;
public class MainActivity extends DroidGap {
    @Override
    public void onCreate(Bundle savedInstanceState)
    {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        super.loadUrl(Config.getStartUrl());
    }
}
    
```

Luego se añadió las los archivos js y css de los Frameworks Front End en los respectivos directorios creados. Para ello primeramente se descargó dichos archivos desde la página oficial de jQuery Mobile [8], jQuery [9] y Bootstrap [10].

Luego de haber creado y configurado el proyecto se procedió a implementar la aplicación para ello todos los archivos creados se ubicaron en el directorio www en sus respectivos directorios.

3.4.2 Conexión con el Servicio Web del SGA.

Para realizar la conexión con el Servicio Web (WS) se ha creado una función en JavaScript llamada **peticion (url, parámetros)**, la cual recibe como parámetros la URL según el método del servicio web que se vaya a consultar y los parámetros de dicho método. Este método se ha implementado de forma genérica para que pueda ser utilizado en todas las consultas hacia el WS. Dentro de esta función se ha utilizado la función \$.ajax(), quedando el método de la siguiente manera (ver Tabla V).

Tabla V: Petición al Servicio Web.

```
function peticion(url, parámetros){
var respuesta;
$.ajax( {
    type: "POST",
    url:url,
    data: parametros,
    contentType: "application/x-www-form-urlencoded; charset=utf8",
    dataType: "xml",
    async: false,
    beforeSend: function(xhr) {
    xhr.setRequestHeader("Authorization", "Basic " +
    btoa("sgamovil"+":" + "jtSGAmov"));},
    success: function (data,estado,jpxhr) {
        if(data!=null){
            respuesta=data;
        }else{
            alert("Servicio de consultas no disponible");
            window.location="index.html"; } },
    error: function (error) {
        alert("Servicio de consultas no disponible");
        window.location="index.html"; } });
return respuesta;    }
```

La función \$.ajax() posee algunos parámetros que se deben considerar al momento de implementar esta función. A continuación se explicará el valor asignado a cada uno de ellos.

- **type:** Se utilizó el método “POST”, puesto que es más seguro para enviar los datos de consulta al servidor.
- **url:** Se le asigna el valor de URL recibida como parámetro en la función.
- **data:** Se le asigna el valor de parámetros recibidos en la función. Posteriormente se explicará cómo se debe construir la URL y la especificación de parámetros.
- **contentType:** Este parámetro toma el valor de “application/x-www-form-urlencoded; charset=utf8”, el primer dato es el valor por defecto que se debe asignar, y la codificación utf8 se especifica puesto que las peticiones **XMLHttpRequest** siempre deben ser codificadas con utf8.
- **dataType:** Este parámetro toma el valor “xml”, puesto que el servicio web retorna los datos con una estructura xml.
- **async:** Este parámetro se le asigna el valor “false”, lo cual indica que se va a realizar una aplicación síncrona. En este tipo de consultas se debe utilizar peticiones síncronas puesto que la aplicación depende de los datos solicitados al servidor para continuar con la ejecución de la aplicación.
- **beforeSend:** Aquí se utiliza una función para realizar la autenticación al Servicio Web, lo que permite esta función es modificar la cabecera de la petición indicando el usuario y la contraseña respectiva. Dentro de esta función se hace uso del método **btoa (String autenticación)** el cual permite encriptar las credenciales utilizadas para que la autenticación se realice de manera segura.
- **success:** Aquí se llama a una función la cual se ejecutará si la petición se ejecuta correctamente. La función recibe un parámetro llamado data el cual tendrá los datos que devuelve la petición, por esta razón se asigna esta variable a la variable respuesta que es el valor que retorna la función.
- **error:** Aquí se llama una función la cual se va a ejecutar si la petición realizada al servicio web falla. En esta función se presenta un mensaje indicativo y se re direcciona la aplicación a la pantalla principal de la misma.

3.4.3 Implementar las funciones específicas para la consulta de información académica.

Luego de haber implementado el método petición el cual servirá para realizar las consultas al Servicio Web se procedió a implementar los métodos especificados en el diagrama de clases (Ver figura 3).

A continuación se explica el proceso de implementación de los métodos. Primeramente se recupera los valores ingresados por el usuario de la siguiente manera:

```
var cedula = document.getElementById("cedula").value;
```

Después de recuperar los datos se verifica que ninguno de los valores sea cadena vacía, en caso de serlo se presenta un mensaje al estudiante, caso contrario se procede a validar los datos. Para realizar la validación se utilizó un método del servicio web llamado **sgaws_validar_estudiante**, el cual recibe como parámetros la cedula y la clave del estudiante y devuelve true si los datos son correctos, caso contrario devuelve false. Para realizar la llamada al método se debe primeramente especificar la url donde está ubicado el servicio web, seguido del nombre del método quedando de la siguiente manera:

```
var url= "http://ws.unl.edu.ec/sgaws/wsvalidacion/sgaws_validar_estudiante";
```

Luego se debe especificar los parámetros, los cuales deben ir en un arreglo de tipo clave/valor de la siguiente manera: **var parámetros={cedula:cedula,clave:clave};**

A continuación se llama a la función **petición(url, parámetros)**, explicada anteriormente la cual retorna los datos que devuelve el servidor. Estos datos son retornados en una estructura XML, por lo que es necesario extraer los datos de la siguiente manera:

```
var data=peticion(url,parametros);
```

```
var respuesta= data.getElementsByTagName("result")[0].childNodes[0].nodeValue;
```

Este proceso fue realizado en todas las consultas realizadas al servidor mediante el WS, cabe recalcar que la URL y los parámetros están en función del método que se requiera utilizar. En los métodos que retorna un String dentro de la estructura XML se utilizó el método `JSON.parse()` para convertir el String devuelto como respuesta a un Objeto JSON y poder extraer la información de manera eficiente para presentarla en páginas HTML que forman parte de la aplicación.

3.4.4 Compilar la aplicación para sistema operativo Blackberry OS e iOS.

a. Compilar la aplicación para Blackberry.

La aplicación ha sido compilada para BlackBerry OS para ello primeramente se ha instalado las herramientas BlackBerry WebWorks y PhoneGap. Luego de ello se ejecutó los siguientes pasos:

- **Crear el proyecto para BlackBerry OS**

Del proyecto construido de PhoneGap para Android se ha copiado el contenido del directorio `www`, posteriormente se ha creado un archivo llamado `config.xml` en donde se establecerán algunas configuraciones de proyecto como son nombre de la aplicación, icono, entre otros (ver Tabla VI).

Tabla VI: Archivo `config.xml` para BlackBerry OS

```
<?xml version='1.0' encoding='utf8'?>
<widget id="UNL" version="0.0.1"
xmlns="http://www.w3.org/ns/widgets"
xmlns:cdv="http://cordova.apache.org/ns/1.0"
xmlns:rim="http://www.blackberry.com/ns/widgets">
  <name>UNL</name>
  <author>Janina Herrera</author>
  <description>Universidad Nacional de Loja</description>
  <content src="index.html" />
  <preference name="Orientation" value="default" />
  <access uri="*" subdomains="true" />
  <preference name="websecurity" value="disable" />
  <icon src="img/icono.png" />
</widget>
```

Es muy importante verificar que el tamaño del icono no sea demasiado grande para que no presente problemas al momento de compilar la aplicación. En la aplicación realizada en tamaño del icono es de 13.6KB.

Luego de haber especificado las configuraciones se comprime se comprime todos los archivos en formato .zip para poder ser compilada.

- **Solicitar y registrar las claves para firmar la aplicación**

Para solicitar las claves se debe ingresar a la siguiente dirección [<https://www.blackberry.com/SignedKeys/codesigning.html>], en donde se selecciona la versión de Sistema operativo para el cual se va a publicar; en este caso se realizó para BlackBerry OS.

Luego de haber llenado los datos y aceptado los términos de la licencia, se procede a enviar el formulario con la solicitud. Una vez realizada la solicitud en el transcurso de una hora llegarán al correo electrónico indicado 3 archivos .csi.

Para generar las claves se debe abrir la consola de comandos y ubicarse en el directorio **bin** de la carpeta de instalación de BlackBerry WebWorks, en este caso se encuentra en:

C:\Program Files (x86)\Research In Motion\BlackBerry WebWorks SDK 2.3.1.5\bin

En esta dirección se deben colocar los 3 archivos .csi que se recibieron en el correo electrónico. Luego se debe ejecutar en siguiente comando para cada uno de los archivos csi:

java -jar SignatureTool.jar nombearchivo.csi

La primera vez que se ejecuta el comando antes indicado, es necesario colocar el PIN que se registró al momento de solicitar las claves y una contraseña, misma que servirá para compilar posteriormente la aplicación. Una vez que se haya realizado el proceso para los 3 archivos, se debe verificar que en el directorio **bin** donde se ubicaron los archivos csi se hayan generado dos archivos **sigtool.csk** y **sigtool.db**.

- **Compilar la aplicación**

Luego de haber creado el proyecto y registrado las claves para compilar la aplicación se debe ubicar en el directorio de instalación de BlackBerry WebWorks, ejemplo:

C:\Program Files (x86)\Research In Motion\BlackBerry WebWorks SDK 2.3.1.5\bin

Luego ejecutar el siguiente comando:

bbwp rutaarchivo\archivo.zip -g contraseña -o rutaaparalaaplicacióncompilada

Si el archivo .zip se encuentra en el mismo directorio no es necesario especificar la ruta del archivo.

Una vez ejecutado el comando se firman todos los archivos que se generan durante el proceso. Al finalizar la compilación se debe verificar que en la ruta especificada se hayan creado las carpetas **StandardInstall** y **OTAInstall**, las cuales son necesarias para publicar la aplicación en la respectiva tienda.

b. **Compilar la aplicación para iOS**

Para compilar la aplicación para iOS es necesario hacer uso de una computadora Mac e instalar las herramientas Xcode, Phoneygap y Apache Córdoba. Luego de ello ejecutar los siguientes pasos:

- **Crear el proyecto:** Para crear el proyecto para iOS se ejecutó los siguientes comandos (Ver figura 8).

```
Mac-Pro-de-Janina:Desktop janinaherrera$ cordova create SGA_IOS
Creating a new cordova project with name "HelloCordova" and id "io.cordova.hellocordova"
at location "/Users/janinaherrera/Desktop/SGA_IOS"
Downloading cordova library for www...
Download complete
Mac-Pro-de-Janina:Desktop janinaherrera$ cd SGA_IOS/
Mac-Pro-de-Janina:SGA_IOS janinaherrera$ cordova platform add ios
Creating ios project...
```

Figura 8: Crear proyecto iOS.

- **Agregar los archivos de la aplicación:** Dentro del proyecto creado se debe copiar el directorio **www** del proyecto Android. En este archivo se encuentra la implementación realizada para dar solución al tema planteado.
- **Crear el archivo config.xml:** Dentro del proyecto se debe crear el archivo config.xml, en el cual se indique el nombre de la aplicación, la ruta donde se encuentra el icono y algunas configuraciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma. La Tabla VII muestra el código del archivo config.xml.

Tabla VII: Código de config.xml para iOS

```
<?xml version='1.0' encoding='utf8'?>
<widget id="io.cordova.hellocordova" version="0.0.1"
xmlns="http://www.w3.org/ns/widgets"
xmlns:cdv="http://cordova.apache.org/ns/1.0">
<name>UNL</name>
<description>
Universidad Nacional de Loja
</description>
<author email="jtherrera@unl.edu.ec"
href="http://cordova.io">
Janina Herrera
</author>
<content src="index.html" />
<access origin="*" />
<icon src="www/img/icono.png" />
</widget>
```

- **Compilar la aplicación:** Para compilar la aplicación y poder emularla en XCODE, se debe ejecutar el siguiente comando: **cordova build**.
- **Emular la aplicación:** Para emular la aplicación primeramente se debe acceder al directorio **NombreAplicación/platforms/ios** y dar doble clic al archivo **.xcodeproj**.

4. RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación se realizó el análisis e implementación de una aplicación móvil para consultas académicas en la Universidad Nacional de Loja (UNL), para ello se utilizó la metodología de desarrollo de Software SCRUM y la herramienta Trello para gestionar el proceso de desarrollo del proyecto. Para la implementación se utilizó el Framework para desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma PhoneGap.

Como resultado de este trabajo se obtuvo una aplicación móvil para los sistemas operativos Android, BlackBerry OS e iOS, la cual fue publicada en las respectivas tiendas de aplicaciones móviles como son: Google Play [11], BlackBerry World [12] y App Store [13].

Esta aplicación permite a los estudiantes autenticarse mediante el usuario y contraseña proporcionada por la Unidad de Telecomunicaciones e información de la UNL. Una vez que ingresa el estudiante puede visualizar sus datos personales, así como las carreras y/cursos a los que pertenece. Por cada carrera y/o curso el estudiante puede consultar el historial de matrículas, las notas y asistencias de cada módulo/ciclo. También permite consultar las notas detalladas por cada unidad o taller. Además de ello permite consultar información de las áreas y carreras de la UNL. La figura 4 muestra algunas consultas realizadas en un dispositivo Android.

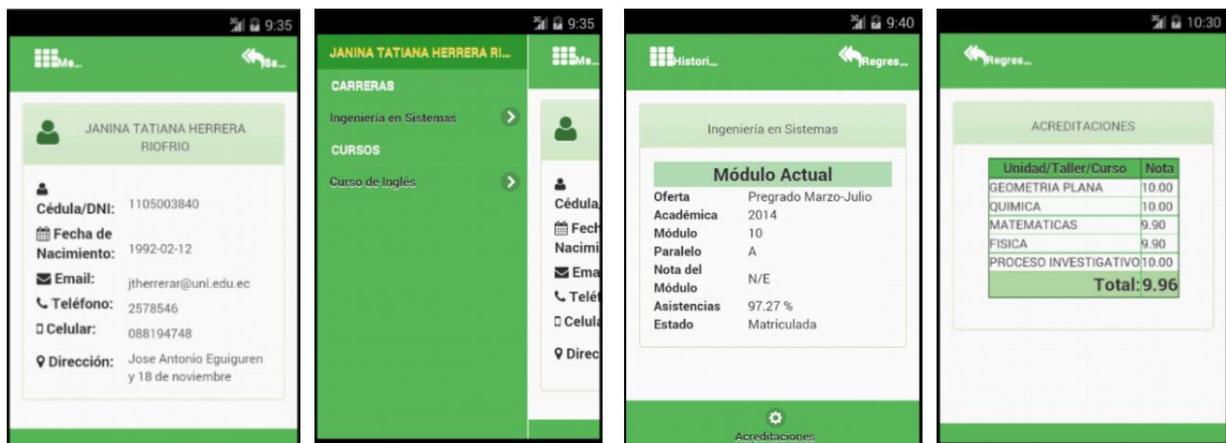


Figura 4. Consultas realizadas en la aplicación.

El funcionamiento de la aplicación es el idéntico en las tres plataformas para las cuales fue implementada, esto fue posible gracias al uso del Framework PhoneGap, en el cual se empleó tecnologías comunes para los tres sistemas operativos como son HTML5, CSS, JavaScript y un Servicio Web (WS) para realizar las consultas al servidor de la UNL y presentar la información académica en la aplicación móvil. El WS constituyó un componente fundamental en la implementación de la aplicación puesto que permitió la interoperabilidad entre la aplicación móvil y el Sistema de Gestión Académico de la UNL [14][15].

El rendimiento de la aplicación depende de la versión de sistema operativo del dispositivo móvil, según las pruebas realizadas y una encuesta aplicada a una muestra de 50 estudiantes de la UNL se pudo determinar que el 67% de encuestados concuerdan que el rendimiento de la aplicación fue excelente, contrastando estos resultados con las estadísticas que proporcionan las tiendas de aplicaciones se pudo determinar que la mayoría de usuarios instalaron la aplicación en las versiones más recientes de cada sistema operativo.

El 94% de encuestados consideran que la aplicación móvil les facilita la consulta de información académica, puesto que les permite acceder a su información desde cualquier lugar donde tengan acceso a internet. Además el estar disponible para los 3 sistemas operativos más utilizados en la Universidad proporciona a los estudiantes una alternativa de consulta sin restricciones en cuanto al sistema operativo del dispositivo móvil.

La aplicación móvil resulta también más eficiente puesto que la interfaz de usuario se adapta a las características del dispositivo móvil como se puede evidenciar en la figura 5, a diferencia de las aplicaciones Web en las cuales se presentan algunos inconvenientes para los usuarios al momento de visualizar la información que requieren consultar.

5. TRABAJOS RELACIONADOS

En relación a las aplicaciones móviles multiplataforma para consultas académicas, el trabajo presentado por Vera Rendón en [1], explica que debido a la incompatibilidad, velocidad y calidad de servicio que proporciona el portal de la Universidad Politécnica Salesiana cuando los estudiantes acceden mediante un dispositivo móvil, es necesario la implementación de una aplicación móvil nativa la cual facilite a los estudiantes el proceso de consulta. Aunque en dicho trabajo no se realiza la publicación de la aplicación móvil, es un punto de referencia importante puesto que se presentan los beneficios que brinda PhoneGap para el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma. En [16] se presenta un estudio sobre los beneficios que proporcionan los Web Service (WS) como son la interoperabilidad entre aplicaciones y su uso en el desarrollo de aplicaciones móviles. En [17] se presenta un estudio sobre el uso de la Metodología SCRUM para el desarrollo de aplicaciones móviles, en la cual los investigadores concluyen que esta metodología es aplicable a proyectos pequeños y medianos con entornos cambiantes; este es el caso de las aplicaciones móviles en las cuales es de vital importancia que los usuarios finales conozcan los avances del proyecto y así poder realizar cambios en tiempo de desarrollo para evitar cambios significativos cuando el proyecto haya finalizado y publicado en las tiendas de aplicaciones.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El análisis de requerimientos permitió conocer a fondo las necesidades de los usuarios para así realizar una aplicación acorde a sus expectativas. Además la definición de criterios de aceptación para cada uno de ellos constituyó el punto de partida para la ejecución de pruebas funcionales al finalizar el proyecto. El uso del Framework PhoneGap permitió implementar la aplicación móvil con las mismas funcionalidades para las plataformas Android, BlackBerry e iOS y distribuirla en las respectivas tiendas de aplicaciones móviles, facilitando a los usuarios el acceso y uso de la misma. La aplicación móvil agiliza las consultas de información académica en la Universidad Nacional de Loja, puesto que permite a los estudiantes consultar su información desde cualquier lugar y de manera sencilla, sin necesidad de acceder mediante un navegador Web.

La utilización de un Servicio Web (WS) para acceder a la información del Sistema de Gestión Académico permitió realizar las consultas de manera eficiente y segura, puesto que utilizó el protocolo SOAP (*Simple Object Access Protocol*) para el intercambio de la información y el método `btoc()` para encriptar los datos de autenticación al WS.

La aplicación móvil permitió testear el Servicio Web del Sistema de Gestión Académico ayudando así a corregir algunos Bugs detectados en el mismo. La aplicación soporta una cantidad de 500 a 700 usuarios aproximadamente que ingresen a la aplicación de manera simultánea, variando el tiempo de respuesta en función de dicho número de usuarios.

7. AGRADECIMIENTOS

La presente investigación forma parte del Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas en la Universidad Nacional de Loja cuya problemática versa sobre el tema: “Aplicación móvil para consultas académicas en la Universidad Nacional de Loja”.

Los autores agradecen a las autoridades de la Universidad Nacional de Loja (UNL); el Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no renovables; a la planta docente de la Carrera de Ingeniería en Sistemas y a la Unidad de Telecomunicaciones e Información de la UNL, por el apoyo brindado para la elaboración de la presente investigación.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. J. Vera, Aplicaciones nativas de dispositivos móviles para acceso a la información personal de la página web de los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil Ecuador, 2012.
2. La Universidad de Salamanca crea una aplicación móvil para notificar a los alumnos la publicación de notas, <http://www.usal.es/webusal/node/34592>, Fecha publicación: 12/09/2013.
3. Nuntiatum USAL en Google Play, <https://play.google.com/store/apps/details?id=es.usal.notificaciones.cliente.android&hl=es>, Última actualización: 20 de febrero de 2014.
4. Consulta de notas UPNA en Google Play, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sigma.mobile.target.upna>, Última actualización: 28 de diciembre de 2012.
5. R. Pressman. Ingeniería de Software: Un enfoque práctico, McGrawHill, Quinta Edición, pp. 5778.
6. L. Corral, A. Sillitti, and G. Succi, "Mobile Multiplatform Development: An Experiment for Performance Analysis," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 10, pp. 736–743, Jan. 2012.
7. Servicio Web de la Universidad Nacional de Loja, <http://ws.unl.edu.ec/>.
8. jQuery Mobile, <http://jquerymobile.com/>.
9. jQuery, jquery.com/.
10. Bootstrap, getbootstrap.com/.
11. Aplicación móvil UNL en Google Play, <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.unl.sga&hl=es419>, Fecha de actualización: 28 de Julio del 2014.
12. Aplicación móvil UNL en Blackberry World, <http://appworld.blackberry.com/webstore/content/58391263/?lang=en&countrycode=EC>, Fecha de actualización: 31 de Julio del 2014.
13. Aplicación móvil UNL en App Store, <https://itunes.apple.com/es/app/unl/id894356480?mt=8>, Fecha de actualización: 02 de Octubre del 2014.
14. K. Mohamed and D. Wijesekera, "Performance Analysis of Web Services on Mobile Devices," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 10, pp. 744–751, Jan. 2012.
15. J. Bertram and C. Kleiner, "Secure Web Service Clients on Mobile Devices," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 10, pp. 696–704, Jan. 2012.
16. K. Chancusi, M. Vergara, M. Campaña, Método Ágil SCRUM, aplicado a la implantación de un Sistema Informático para el proceso de recolección masiva de información con tecnología móvil.
17. N. Rodríguez, A. Martin, A. Valenzuela, S. Chávez, Consumo de Web Service desde dispositivos móviles heterogéneos.

ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE CALIDAD SEO COMO HERRAMIENTA PARA DETERMINAR EL RANKING DE LAS UNIVERSIDADES

Johanna Benalcázar¹, Sebastián Monroy², Fernando Galárraga³, Fidel Castro⁴

1 Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador, jbbt0212@hotmail.com

2 Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador, conroy380@hotmail.com

3 Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador, jfgalarraga@espe.edu.ec

4 Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador, flcastro@espe.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo parte de un estudio de las distintas técnicas SEO (Search Engine Optimization) para el posicionamiento del dominio de la ESPE y la aplicación de la metodología SIX SIGMA, basada en la mejora continua de procesos y aprobada específicamente para este tipo de proyectos. Debido a la existencia de nuevos procesos para la acreditación de la Universidades, se planteó, a partir del 2012, el análisis de la situación actual y el ranking de los micrositos de la ESPE; para conocer cuáles son los indicadores de calidad SEO a ser mejorados. Por otra parte, también se requiere que la información de las Universidades a ser publicada en el Internet cumpla con los parámetros de calidad en su contenido, tanto en su publicación inicial como en sus actualizaciones, con todo esto se obtuvo como resultado un mejor posicionamiento del dominio de la ESPE en los principales motores de búsqueda. El Ranking Web de Universidades (Webometrics) se publica dos veces al año, abarca más de 20.000 instituciones de educación superior a nivel mundial. La presencia en la web y la visibilidad son probablemente las mejores aproximaciones para describir el rendimiento global de las universidades y también son los únicos capaces de clasificar a dichas instituciones de forma segura.

Palabras Clave: Webometrics, SEO, Motores de búsqueda, Backlinks, Page Rank.

ABSTRACT

This paper begins with a study of the different SEO (Search Engine Optimization) techniques for positioning the domain of the ESPE and implementation of the Six Sigma methodology, based on continuous improvement of processes and approved specifically for this type of project. Due to the existence of new processes for accreditation of the University, from 2012, analysis of the current situation and the ranking of the ESPE microsites raised; to know which SEO quality indicators are being improved. Moreover, it also requires that the information from the Universities to be published on the Internet meets the quality parameters in content, in both its original publication and its updates, with all that it resulted better positioning of ESPE domain in major search engines. The Web Ranking of Universities (Webometrics) is published twice a year, covering over 20,000 institutions of higher education worldwide. The web presence and visibility are probably the best approaches to describe the overall performance of universities and are also the only ones capable of classifying these institutions safely.

KeyWords: Webometrics, SEO, Search engines, Backlinks, Page Rank.

1. INTRODUCCIÓN

Search Engine Optimization (SEO) por sus siglas en inglés u optimizador de motores de búsqueda, es el proceso para mejorar la visibilidad de un sitio web en los diferentes buscadores como Google, Yahoo! o Bing de manera orgánica, es decir, sin pagar al buscador para tener acceso a una posición destacada en los resultados que presenta cada buscador. Partimos puntualizando que el sitio web de la ESPE está formado por microsítios web que carecen de una estructura adecuada lo que dificulta el acceso, disponibilidad de la información y material bibliográfico que en ellos se publica. En consecuencia, todos estos microsítios no cuentan con un buen posicionamiento dentro del ranking de los buscadores [1].

1.1 Indicadores de Calidad SEO

A causa de los diferentes problemas con la estabilidad de la mayoría de los motores de búsqueda, se decidió que Google será utilizado como fuente de estos indicadores para la medición de los rankings Web [2].

Tabla 1. Indicadores de calidad SEO

Indicador	Descripción	Cobertura	Herramienta	Peso
Impacto	Número de backlinks	Actual	Majestic SEO	50%
	Número de backdomains	Histórica	aHrefs	
Presencia	Número de páginas Web (Todas)	Actual	Google	20%
Apertura	Número de ficheros ricos (.pdf, .doc, .docx, .ppt)	20072011	Google Scholar	15%
Excelencia	Número de trabajos académicos publicados en revistas internacionales de alto impacto.	20332010	Scimago	15%

De acuerdo con los indicadores de la Tabla 1, SEO define la calidad de los sitios web en base a ciertos parámetros especificados a continuación:

- Presencia (20%): es el número total de páginas web alojadas en el webdomain principal (incluyendo subdominios y directorios) de la Universidad. Como un índice, este indicador cuenta todas las páginas web, incluyendo todos los formatos reconocidos individualmente por Google, así como también las páginas estáticas y dinámicas.
- Impacto (50%): este indicador permite medir el "referéndum virtual", mediante el conteo de todos los enlaces entrantes que recibe la Universidad de terceros, los datos de visibilidad del enlace se obtiene de las herramientas Majestic SEO y aHrefs. El indicador determina que no sólo es importante la popularidad de los enlaces, sino también la diversidad de los mismos.
- Apertura (15%): este indicador toma en cuenta el número de ficheros ricos (.pdf, .doc, .ppt) que son publicados en los sitios web de la Universidad de acuerdo con la herramienta Google Scholar, dichos archivos se tomaran en cuenta sólo si los nombres de estos son correctos, es decir, si sus extensiones corresponden al formato adecuado.
- Excelencia (15%): este indicador toma en cuenta los trabajos académicos publicados en revistas internacionales de alto impacto. Si utilizamos sólo el número total de documentos puede ser un aspecto no determinante, debido a que se restringe el indicador sólo a aquellas publicaciones catalogadas como excelentes.

1.2 Posicionamiento Web.

El posicionamiento web, es el proceso para mejorar la visibilidad de un sitio web en los resultados de los diferentes buscadores. Los motores de búsqueda han incorporado nuevas variables para la optimización de un sitio web como son el impacto, presencia y apertura, que permiten definir el ranking del sitio web. Dicho posicionamiento se puede dividir en:

- Posicionamiento interno: este posicionamiento se refiere a aquellas mejoras que se aplican sobre un sitio web, como el contenido y apariencia, es decir, crear títulos únicos y descripciones pertinentes para cada página web, convirtiéndolas en la tarjeta de presentación para el buscador.
- Posicionamiento externo: este posicionamiento se refiere a aquellas técnicas que usamos para mejorar la visibilidad de un sitio web en los medios, es decir, conseguir que otros sitios enlacen con nuestro sitio web, a esto se lo denomina Backlink.

El posicionamiento web en buscadores tiene como principal objetivo maximizar el número de visitas a nuestro sitio web. Existen 3 formas para posicionar un sitio web:

- SEF (Search Engine Friendliness): Es el proceso de hacer amigable el contenido del sitio web, es decir, hacer que los buscadores lean con facilidad el contenido.
- SEO (Search Engine Optimizatiion): es un trabajo de mayor detalle que se orienta a mejorar la calidad del contenido para los usuarios.
- SEM (Search Engine Marketing): es un proceso que requiere menos tiempo y conocimiento técnico, consiste en pagar a los distintos buscadores y directorios para lograr de manera garantizada el posicionamiento web en los principales buscadores.

2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada es SIX SIGMA, ésta se caracteriza principalmente por estar centrada en la mejora continua de los procesos y por la gran importancia que se da a la medición, con el objetivo principal de tomar decisiones con información concreta y poder analizar las mejoras conseguidas. Son cuatro las fases que componen un proyecto de posicionamiento web dentro de SIX SIGMA: Definición, medición, análisis, mejora y control.

2.1 Definición

- Objetivo del sitio: Plantear una estrategia para que la ESPE se posicione en un mejor ranking universitario considerando las estadísticas de Julio 2012.
- Objetivo del proyecto: Analizar los indicadores de calidad SEO para el posicionamiento web de los micrositos de la ESPE utilizando las herramientas Majestic SEO, aHrefs, Google, Google Scholar y Scimago.
- Público objetivo del Sitio: Para el presente proyecto se ha establecido el público objetivo de la siguiente manera:
 - Comunidad Politécnica: Este segmento proporciona toda la información necesaria a toda la comunidad politécnica, como puede ser horarios, cronogramas, información institucional, etc. Dentro de este grupo tenemos a los Docentes, estudiantes y personal administrativo.
 - Público en General a nivel Nacional.
 - Público en General a nivel Internacional.

2.2 Medición

- Popularidad

Los principales competidores del sitio web de la ESPE son las instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional que ofrecen el mismo servicio a la sociedad. Es importante mencionar que Panel SEO es una herramienta de código abierto que permite añadir y medir el ranking del sitio web en correspondencia con las palabras claves definidas (keywords) y de esta manera obtener reportes de popularidad, tal como lo ilustra la figura 1.

Id	Nombre del sitio / URL	Rankings	
		Google	Alexa
82	Admisión y Registro http://uar.espe.edu.ec/	5	-
42	Dep. Ciencias Administrativas - Finanzas http://finanzas.espe.edu.ec	3	-
39	Dep. Ciencias Administrativas - Mercadotecnia http://mercadotecnia.espe.edu.ec	3	-
35	Dep. Ciencias de la Computación http://sistemas.espe.edu.ec	3	-
26	Dep. Electronica - Automatización y Control http://automatizacion.espe.edu.ec	3	-
29	Dep. Electronica - Redes y Comunicación de Datos http://rdi.espe.edu.ec	-	-
32	Dep. Electronica - Telecomunicaciones http://telecomunicaciones.espe.edu.ec	-	-
44	Dep. Geográfica y del Medio Ambiente http://geografica.espe.edu.ec	3	-
22	Dep. Mecanica mecanica.espe.edu.ec	3	-
33	Dep. Mecatronica http://mecatronica.espe.edu.ec	3	-
54	Dep. Seguridad http://seguridad.espe.edu.ec	3	-
53	Dep. Turismo y Hotelería http://turistica.espe.edu.ec	4	-
81	Departamento de Lenguas http://del.espe.edu.ec	4	-
40	Desarrollo Educativo http://ude.espe.edu.ec	3	-
48	Desarrollo Físico http://udf.espe.edu.ec	-	-
19	Desarrollo Institucional http://udi.espe.edu.ec	3	-
34	Educación Presencial http://uep.espe.edu.ec	4	-

Figura 1. Popularidad de los Micrositios de la ESPE según Panel SEO

- Número de visitas:

El número de visitas está dividido en dos grupos importantes: visitas nuevas y visitas recurrentes. Las visitas recurrentes registradas desde el 1 de agosto del 2012 al 31 de mayo del 2013 son 2'469.628, mientras que las visitas nuevas en el mismo rango de fechas son de 956.968. En la figura 2 se presenta el crecimiento que se ha dado mes a mes del dominio espe.edu.ec, en donde se ilustra que los visitantes nuevos es del 25,1% y el porcentaje de rebote es del 73,58%. Este último porcentaje indica que sólo se consulta una página Web antes de salir, es decir, al obtener un porcentaje tan alto de rebote debemos tomar en cuenta que existe un problema en el sitio web.



Figura 2. Número de visitas del dominio espe.edu.ec

- Número de back links.

El número de back links es la cantidad de enlaces que recibe una página web desde otras páginas que la enlazan a través de un vínculo que puede ser un texto o un gráfico. De manera general, observamos en la figura 3, el estado del sitio web en cuanto a back links y bacdomains; donde se muestra el crecimiento de los mismos desde marzo hasta junio del 2013 para el dominio espe.edu.ec.

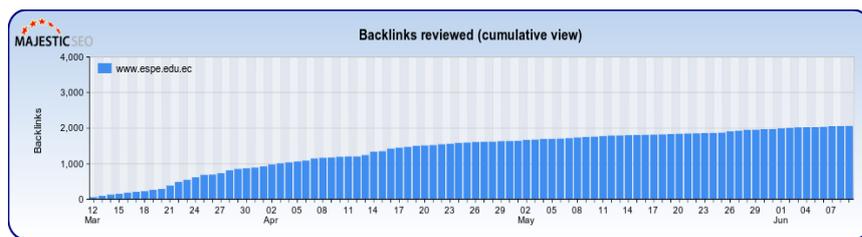


Figura 3. Crecimiento de back links para el dominio espe.edu.ec según MajesticSEO

En la figura 4 se evidencia el crecimiento de back links según aHrefs desde diciembre del 2012 hasta junio del 2013, donde se visualiza un incremento aproximado de 40.000 enlaces nuevos. Del total de back links podemos observar que el 99,99% son back links de texto, el 98.62% son back links con seguimiento y el 94,64% son back links del mismo sitio.

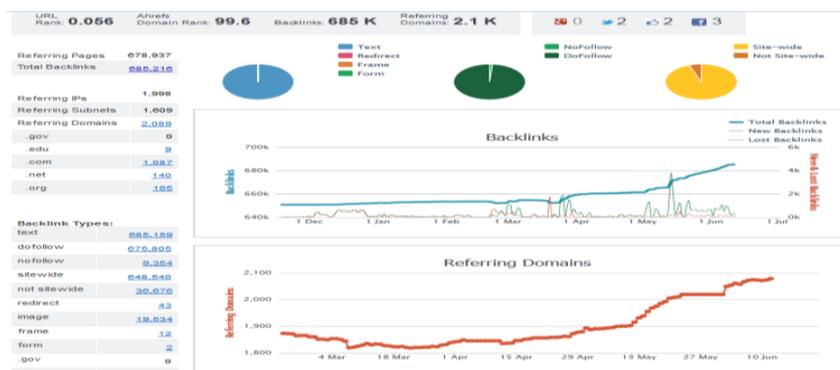


Figura 4. Crecimiento de back links para el dominio espe.edu.ec según aHrefs.

2.3 Análisis

Uno de los factores más importantes que Google utiliza para decidir en cual posición de los resultados se muestra a una página web es el Page Rank. El page Rank (PR) funciona como un sistema democrático con enlaces, de forma que cada enlace (hipervínculo) que conecta a una página funciona como un voto a la misma. Así, para una palabra clave determinada, una página será más relevante que otra en función de los enlaces que apunte. De esta forma, el PR mide el valor de una página, a mayor PR mayor peso y por tanto más posibilidades de estar primero en los resultados de los buscadores.

El PageRank o PR(A), puede ser calculado usando un simple algoritmo iterativo, y corresponde al vector propio principal de la matriz de enlaces normalizada de la web. También, un PageRank de 26 millones de páginas web se puede calcular en pocas en una estación de trabajo de tamaño medio. Hay muchos otros detalles que están más allá del alcance de este trabajo.

Para calcular el valor de PR se divide el PR de la página por el total de enlaces en la misma, a mayor cantidad de enlaces menos PR se entrega a cada uno.

$$PR = \frac{PR_{pagina}}{Total_{enlaces}} \tag{1}$$

Entonces se asume que la página A tiene las páginas T1... Tn, las cuales apuntan hacia ella (citaciones). El parámetro d es un factor de damping el cual puede estar entre 0 y 1. Usualmente se asigna a d un 0.85. También, se define a C(A) como el número de enlaces salientes de la página A. El PageRank de A esta dado como se muestra a continuación:

$$PR(A) = (1d) + d (PR(T1)/C(T1) + \dots + PR(Tn)/C(Tn)) \tag{2}$$

El PageRank forma una distribución probabilística sobre las páginas web, así que la suma del PageRank de todas las páginas web será uno sólo [3]. La idea básica de PageRank es que si una página A tiene un enlace a la página B, entonces el autor de A confiere implícitamente cierta importancia a la página B [4].

Para utilizar el PageRank de una manera inteligente optimizando sus funcionalidades se debe aprender a utilizarlo con la máxima eficacia, para esto se debe diferenciar entre enlaces externos y enlaces internos.

El algoritmo del PageRank no incorpora ningún conocimiento sobre la calidad del sitio, explícitamente este no penaliza lo malo. De hecho, no es raro que un sitio creado por un spammer experto, reciba un puntaje alto de PageRank. Por el contrario, el TrustRank (ranking de confianza), pretende diferenciar los sitios buenos y malos, se espera que a los sitios malos no se les asigne un puntaje alto en el TrustRank [5].

Para conocer que tan efectivas son las visitas a un sitio se utiliza una métrica llamada Porcentaje de Rebote, esta métrica nos muestra el porcentaje de abandono que tienen las visitas después de haber leído una entrada del sitio, lo que hace es medir sobre las visitas que ingresaron al sitio a través de un buscador o referidas, cuántas de ellas leyeron únicamente una entrada y abandonaron el sitio sin leer otra entrada en un lapso de 30 segundos. La forma en la que se calcula este porcentaje es la siguiente:

$$\%rebote = \frac{\text{Visitas_abandonan_UnaPágina}}{\text{Número total de visitas}} \quad (3)$$

Para determinar el ranking SIR Iber de la organización Scimago, en lo que respecta a publicaciones en revistas internacionales de alto impacto, se toma en cuenta los siguientes parámetros para su medición:

- *IBE*: Posición en el contexto iberoamericano.
- *LAC*: Posición en el contexto latinoamericano.
- *CO*: Posición en la organización en el contexto nacional.
- *Organización*: Nombre oficial de la organización
- *Country*: Código ISO 31661 alfa3 del país
- *O*: Número total de documentos publicados en revistas académicas.
- *%IC*: Porcentaje de la producción de la institución publicada en colaboración con instituciones de fuera del país.
- *NI*: La normalización de los valores de citación se hace en un nivel de artículo individual. Los valores (en %) muestran las relaciones entre el impacto científico medio de una institución y el conjunto promedio mundial con una puntuación de 1.
- *%QI*: Es el porcentaje de documentos que publica la institución en revistas con mayor influencia del mundo.
- *Spec*: indica el grado de concentración o dispersión temática de la producción científica de una institución.
- *%Exc*: indica la cantidad (en %) de producción científica de una institución que se ha incluido en el grupo del 10% de trabajos más citados de su campo científico.
- *%Lead*: indica el número de trabajos en los que el “corresponding author” pertenece a la institución.
- *%EwL*: indica en cuántos documentos incluidos en la Ratio de Excelencia es la institución el principal contribuidor.

2.4 Mejora y control

Dentro de las mejoras que se han dado en el transcurso de este proyecto se han establecido algunas estrategias y lineamientos para mejorar el proceso de Ranking:

- Si un micrositio no es accesible, no obtendrá visitas, por lo tanto cualquier información que aquí se publique no importa lo relevante o interesante que sea, jamás llegará al público objetivo, es por ello que el primer paso es crear las rutas de acceso completas para que el 100% los micrositios sean accesibles.
- Se debe definir grupos de acción, de acuerdo al análisis de estado de los micrositios de la ESPE. Para lo cual, se trabajará en tres grupos para cambiar estos micrositios a un estado Operativo:

1. Sobre aquellos que ya se encuentran operativos pero no son funcionales.

2. Transformar los microsítios a Operativos a aquellos que se encuentran en mantenimiento y una vez que estén operativos hacerlos funcionales, en paralelo, en este paso se puede corregir los aspectos de los microsítios que se encuentran en el grupo de “Operativo – funcional – mejorar aspectos”.
3. Construir los microsítios que no se encuentran operativos, transformarlos en funcionales y operativos.

- Debe haber una clasificación en los contenidos y publicaciones de los microsítios para facilitar su búsqueda.
- Dado que se desea llegar a un público internacional, todos los microsítios deben tener una opción para seleccionar el idioma en el que se lo visualizará (inglés, español, francés, al menos estos 3 idiomas).
- El contenido de las publicaciones no debe contener un lenguaje muy complicado, debe ser entendible por todo el público al cual va dirigido el micrositio.
- Se debe usar expresiones y términos globales, evitar el uso de la terminología local ya que el público internacional no lo entenderá.
- Ser constante en las publicaciones, ya que si las personas al visitar el micrositio se encuentran siempre con las mismas publicaciones, dejarán de encontrarlo interesante y en consecuencia van a dejar de visitarlo.
- Las publicaciones y contenido debe ser liviano, ya que al ingresar al micrositio este debe abrirse rápido, y contenido muy pesado provoca lentitud sobre todo en conexiones lentas.
- Dado el auge de los dispositivos móviles, los microsítios deben ser compatibles con estos.
- Realizar mantenimiento a los microsítios que así lo necesiten para que no estén fuera de línea por más de un día. Dado que quienes visiten los sitios lo harán desde diferentes plataformas y navegadores, estos deberán poder ser visualizados en todos ellos.
- No asumir que todo el público que visite el micrositio va a tener las últimas versiones de los navegadores, por ello los sitios deberán ser compatibles con versiones antiguas.
- Un feedback por parte de los usuarios siempre es una buena alternativa para mejorar el micrositio, por lo que sería aconsejable contar con un espacio para ello.
- Recordar que los usuarios están ingresando al micro sitio por el contenido, por lo que hacerle perder el tiempo con presentaciones va a provocar que pierda el interés.
- Al usuario le va a interesar complementar la información, por lo que es aconsejable contar con enlaces hacia publicaciones con contenido relacionado (no necesariamente debe ser dentro del mismo micro sitio), esta también es una forma para promocionar a los otros micro sitios existentes en la institución.
- De acuerdo a lo anterior, se debe tener un control del contenido del micro sitio para que la publicación del mismo sea relevante y así atraer la atención del público a ingresar y leer la información publicada, una vez conseguido esto el ranking de la institución subirá de forma vertiginosa.
- Desde la versión HTML 3 se introdujo la etiqueta META, por lo que es recomendable utilizarla, ya que permite especificar la información de indexación [6].

3. RESULTADOS

Con la información obtenida en las tres primeras fases de la metodología utilizada, se puede decidir cuál es la mejor estrategia de posicionamiento Web a implementar para mejorar el ranking de la Universidad. Los microsítios de la ESPE se los ha clasificado de acuerdo al estado en el que se encuentra cada uno de ellos, tal como lo ilustra la figura 5 y a partir de ese análisis se obtuvo los siguientes resultados:

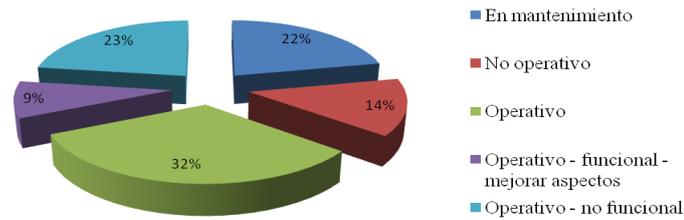


Figura 5. Estado de los microsítios de la ESPE.

- De 92 micro sitios con los que cuenta la ESPE el 64% se encuentran operativos.
- De los micro sitios operativos, el 41% son funcionales, es decir, contienen información útil para el usuario que ingresa al sitio, el resto no contiene información o la información que se encuentra es escasa.
- Del total de micro sitios funcionales sólo 30 de estos están totalmente operativos, es decir, que del total de micro sitios de la ESPE sólo el 32% se encuentran en estado operativo.
- En cuanto a las rutas establecidas por cada micro sitio tenemos:
 - De 59 micro sitios operativos, sólo 37 son accesibles por cualquier usuario que visite alguno de los micro sitios, es decir, que sólo el 39% de los micro sitios obtendrán visitas.
 - Existen 23 micro sitios sin rutas de acceso (links directos), es decir, el usuario común no va a poder ingresar siguiendo los patrones normales, que debería ser, ingresar al sitio web de la Universidad y seguir un camino hasta llegar al micro sitio. Este escenario se lo ilustra en la figura 6.

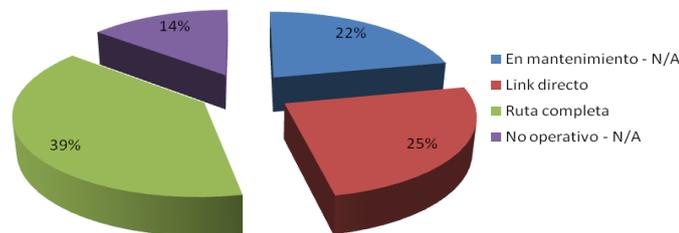


Figura 6. Estado de las rutas de los microsítios de la ESPE.

Adicionalmente, se determina que de los 59 microsítios operativos/funcionales sólo el 74% de estos son accesibles ya que poseen una ruta completa, es decir, únicamente en 28 de los microsítios operativos/funcionales se están obteniendo visitas, tal como se lo evidencia en la figura 7.

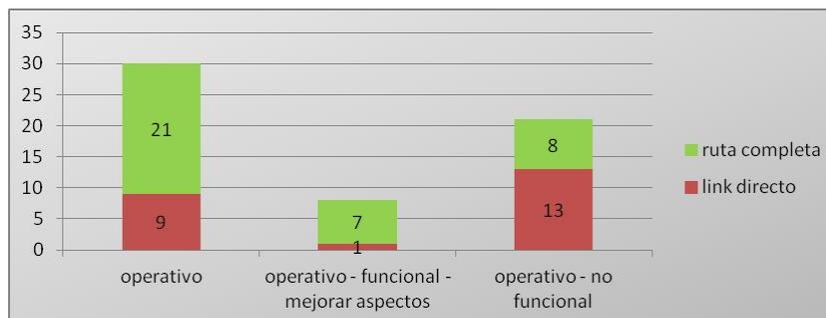


Figura 7. Estado de los microsítios operativos de la ESPE.

Los cuatro indicadores de calidad SEO; impacto, apertura, presencia y excelencia, nos indican de manera detallada en que se basa el ranking de la Institución Educativa de este estudio en comparación con las mejores Universidades tanto a nivel nacional como Latinoamericano:

- Impacto: Este indicador nos presenta el número de back links que tiene cada Universidades. En la Tabla 2 y en la Tabla 3 podemos evidenciar dos cuadros comparativos del dominio de la ESPE vs Indicador de Impacto.

Tabla 2. Comparativo ESPE vs. Indicadores de calidad SEO a nivel Latinoamericano.

aHrefs		Majestic SEO	
Histórico		Actual	
ESPE	Universidad de Sao Paulo	ESPE	Universidad de Sao Paulo
23.000 (4,15%)	554.000	5.027 (0,58%)	865.054

Tabla 3. Comparativo ESPE vs. Indicadores de calidad SEO a nivel Nacional.

aHrefs		Majestic SEO	
Histórico		Actual	
ESPE	ESPOL	ESPE	ESPOL
23.000 (13,61%)	169.000	5.027 (22,43%)	22.412

- Apertura: Este indicador toma en cuenta el número de ficheros ricos (.pdf, .doc, .docx, .ppt) que son publicados en los sitios web de la universidad de acuerdo con Google Scholar. En la Tabla 4, podemos visualizar el número de archivos ricos y las 10 primeras posiciones en Google Scholar a nivel nacional y Latinoamericano.

Tabla 4. Comparativo ESPE vs. Indicador de Apertura a nivel Latinoamericano.

Ranking	World Rank	Universidad	FileRich	Scholar
1	53	Repositorio Escuela Superior Politécnica del Litoral	44	67
2	86	Repositorio Digital de la Escuela Politécnica del Ejército	208	120
3	153	Repositorio Universidad Politécnica Salesiana	183	156
4	212	Escuela Politécnica Nacional Repositorio Digital	296	263
5	236	Repositorio Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	503	220
6	279	Universidad Andina Simón Bolívar Repositorio Institucional	434	524
7	282	Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte	493	477
8	312	Repositorio Digital Pontificia Universidad Católica del Ecuador	658	154
9	361	Repositorio Digital Universidad San Francisco de Quito	604	451
10	489	Repositorio Digital del Instituto de Altos Estudios Nacionales	483	863

- Presencia: En cuanto a este indicador nos ubicamos con un valor referente al dominio de la Institución, la ESPE tiene 5'090.000 páginas web alojadas en el webdomain principal (incluyendo subdominios y directorios) que abarca todas las páginas web, incluyendo los formatos reconocidos individualmente por Google, así como también las páginas estáticas y dinámicas.
- Excelencia: este indicador toma en cuenta los trabajos académicos publicados en revistas internacionales de alto impacto, lo que juega un papel muy importante en el ranking de Universidades. Si usamos sólo el número total de documentos puede ser engañoso, debido a que se restringe el indicador sólo a aquellas publicaciones catalogadas como excelentes.

Según el reporte SIR Iber 2013 de la organización Scimago, la ESPE se encuentra en el ranking 444 a nivel Iberoamericano, en lo que respecta a publicaciones en revistas internacionales de alto impacto, tal como lo ilustra la figura 8.

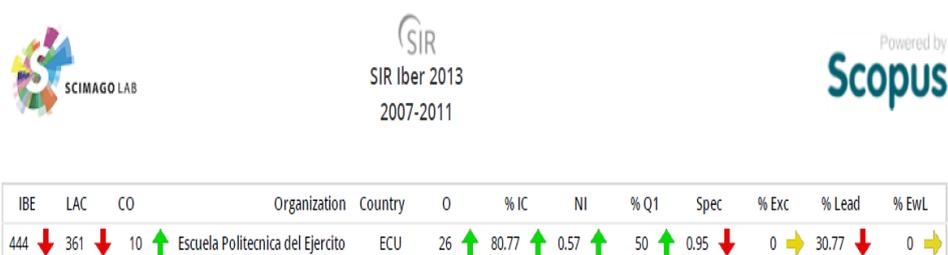


Fig. 8. Posicionamiento Iberoamericano de Publicaciones de la ESPE según Scimago.

4. TRABAJOS RELACIONADOS

Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingenierías. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en sistemas con mención en Informática para la Gestión: “Estudio de indicadores que permitan el posicionamiento del sitio Web de la Universidad Politécnica Salesiana” desarrollado por Esther Checa en Agosto del 2013.

Universidad Carlos III de España, Facultad de Comunicación social. Tesis previa a la obtención del título de Doctorado en Documentación: “Metodología y herramientas de análisis para llevar a cabo una campaña de Posicionamiento Web en Motores de búsqueda” desarrollado por Johanna Cárdenas e Ingrid Ponce en el año 2004. Actualmente, labora como Directora del Departamento SEOSMO de la empresa T2O Media.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

SEO es el mejor mecanismo para posicionamiento web, debido a que nos permite obtener un mejor posicionamiento web en los motores de búsqueda. Utilizando las herramientas SEO en los micrositios de la ESPE se ha podido evidenciar que se ha mejorado ranking Web de la ESPE.

En las herramientas de Google para análisis SEO, se ha evidenciado que son las más útiles para el este proceso, ya que estas nos permiten hacer seguimiento en tiempo real, generar reportes para conocer el estado de los sitios, buscar keyword relevantes y nos brindan mayor utilidad a pesar de ser gratuitas.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Ing. Mónica Gómez por su valiosa participación en este trabajo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Video Infografía de Martín Víctor,
<http://victormartinp.com/2012/02/%C2%BFporqueestanimportanteelseovideoinfografia/>
- [2] Ranking Web de Universidades, <http://www.webometrics.info/es/metodologia>.
- [3] Sergey Brin and Lawrence Page, The Anatomy of a LargeScale Hypertextual Web Search Engine, Description of PageRank Calculation, Stanford University
- [4] Taher H. Haveliwala, TopicSensitive PageRank, Review of pagerank, Stanford University
- [5] Zoltán Gyöngyi, Hector GarciaMolina, Jan Pedersen, Combating Web Spam with TrustRank, Stanford University
- [6] Venkat N. Gudivada, Vijay V. Raghavan, William I. Grosky, Rajesh kasanagottu. “Information Retrieval On The World Wide Web”, Improving Retrieval Effectiveness, pp 65, October 1997.

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO EDUCATIVO CON TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA ANDROID APLICANDO LA METODOLOGÍA OOHDM. CASO DE ESTUDIO: LABERINTO EN 3D

Soledad González, Margarita Zambrano, César Villacís, Carlos Prócel, Andrés Bustamante
Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", Sangolquí,
Ecuador,
cami_sol48@hotmail.com, mezambrano, cjvillacis, ctprocel, cabustamante { @espe.edu.ec }

RESUMEN

El presente trabajo explica el desarrollo de videojuego educativo en 3D conocido como Laberinto que se lo ha realizado empleando Autodesk Maya para el modelamiento del mundo virtual. Como componente fundamental para el proceso de desarrollo de la aplicación y del avatar del juego, se utilizó el lenguaje de programación C# con MonoDevelop junto con el motor de videojuegos Unity. Incluye el uso del lenguaje de modelamiento unificado UML y la aplicación de la Metodología de Diseño de Hipermedia Orientado a Objetos, para el diseño y desarrollo del videojuego. Finalmente se utilizaron técnicas de Inteligencia Artificial para que la computadora pueda generar los laberintos y el avatar del juego pueda resolverlo. El resultado del proyecto desarrollado constituye una aplicación de software definido como un juego educativo en 3D, para estimular el desarrollo cognitivo de los niños entre 7 y 11 años de escuelas, en lo referente al pensamiento lógico y espacial.

Palabras Clave: Juegos educativos, laberintos en 3D con IA, Aplicaciones 3D de entretenimiento, OOHDM, UML, Modelado de juegos en 3D.

ABSTRACT

The present work explains an educational video game in 3D named as Labyrinth. To carry out this work, we used Maya Autodesk for the modeling of the virtual world. As a fundamental component for the process of development of the application and for the avatar of the game, the programming language C# with MonoDevelop and the game engine tool Unity were used. It includes the unified modeling language UML and the application of the Object Oriented Hypermedia Design Methodology, for the design and development of the video game. Finally, it was used techniques of Artificial Intelligence so that the computer can generate the labyrinths and the avatar of the game can solve them. The result of the developed project constitutes an application of defined software as an educational game in 3D, to stimulate the cognitive development of the children between 7 and 11 years of schools, regarding to the logical and space thought.

Keywords: Educational Games, labyrinths in 3D with AI, 3D Applications of entertainment, OOHDM, UML, Modeling of games in 3D.

1. INTRODUCCIÓN

Los videojuegos constituyen un fenómeno popular que se inserta en el proceso de desarrollo tecnológico que experimenta la sociedad. Los videojuegos se introdujeron por primera vez en los Estados Unidos, a principios de los años setenta con un éxito sin precedentes en los salones recreativos hasta entonces ocupados por máquinas tragamonedas y pinballs (Rodríguez E., 2002). Los videojuegos constituyen una de las actividades de entretenimiento más populares de hoy en día. Además, su campo de actuación, desde la segunda mitad de la década de los ochenta, se ha ampliado y ha sobrepasado la frontera del entretenimiento abriendo posibilidades de uso en el ámbito educativo (Rodríguez E., 2002).

Conviene subrayar que en los últimos años está aumentando sensiblemente la oferta de videojuegos educativos, que se presentan como una alternativa de compra a los videojuegos violentos. Este incremento viene motivado por varios factores, como se extrae de los estudios de (Pérez M., 2008), entre los que destaca la madurez de las empresas desarrolladoras, lo que implica productos de gran calidad con buenos guiones y acabados, entrada en la cadena de distribución, actividades de promoción realizadas con el fin de ser conocidos por el público, la apuesta por el mercado del PC y, en la actualidad, por el de las consolas y, la expansión de las capacidades multijugador de los videojuegos y del hardware.

Para el desarrollo actual de videojuegos se utilizan motores de videojuegos que hacen referencia a una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, la creación y la representación de un videojuego. Del mismo modo existen motores

de juegos que operan tanto en consolas de videojuegos como en sistemas operativos. La funcionalidad básica de un motor es proveer al videojuego de un motor de renderizado para los gráficos 2D y 3D, motor físico o detector de colisiones, sonidos, scripting, animación, inteligencia artificial, redes, streaming, administración de memoria y un escenario gráfico. El proceso de desarrollo de un videojuego puede variar notablemente por reutilizar o adaptar un mismo motor de videojuego para crear diferentes juegos (Monedero R., 2013). Para la creación de los escenarios, objetos y animaciones de los videojuegos se utiliza Maya que es un programa de modelado en 3D, creado por la empresa Autodesk. Está orientado a artistas y profesionales del diseño y multimedia. Puede ser usado también para crear, visualizaciones 3D estáticas o vídeos de alta calidad. Además incorpora un motor de 3D en tiempo real el cual permite la creación de contenido tridimensional interactivo que puede ser reproducido de forma independiente (Monedero R., 2013).

La IA es la rama de la ciencia que se encarga del estudio de la inteligencia en elementos artificiales y, desde el punto de vista de la ingeniería, propone la creación de elementos que posean un comportamiento inteligente. Dicho de otra forma, la Inteligencia Artificial (IA) pretende construir sistemas y máquinas que presenten un comportamiento que si fuera llevado a cabo por una persona, se diría que es inteligente. En el caso de los videojuegos la IA hace posible que el usuario juegue contra la computadora, permite controlar las mecánicas de los juegos (Russell Peter, 2010). Esto además se ha podido contrastar en nuestros trabajos recientes como (Villacís, C., et. al, 2014) y (Torres, M. et. al, 2013).

Para efectos de este proyecto, se utilizó el motor de juegos Unity para el desarrollo del juego del laberinto en 3D junto con el lenguaje de programación C#. Para el modelamiento de los escenarios del laberinto y la animación del avatar del juego se utilizó la herramienta Maya. Las técnicas de IA utilizadas fueron algoritmos de planeación para la generación automática de los laberintos y la regla de la mano izquierda para que el avatar resuelva por sí solo el juego. Además se aplicó la metodología OOHDM con UML para el proceso de diseño y desarrollo del videojuego (González S, 2014).

El resto del artículo se ha estructurado de la siguiente manera: En la sección 2, se presenta los métodos empleados que incluyen la información de la metodología OOHDM, UML, así como también el motor de juegos Unity y las técnicas de IA utilizadas en el videojuego. En la sección 3, se puede apreciar el proceso de diseño e implementación. La sección 4, presenta los resultados obtenidos. La sección 5 muestra los trabajos relaciona dos. Finalmente la sección 6 muestra las conclusiones y trabajo futuro.

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.

2.1. Metodología OOHDM

Para el desarrollo de esta aplicación multimedial, se adoptó la Metodología de Diseño de Hipermedia Orientado a Objetos (OOHDM), desarrollado por Daniel Schwabe y Gustavo Rossi. Esta metodología consta de cuatro etapas: Diseño Conceptual, Diseño Navegacional, Diseño Abstracto de Interface e Implementación. Cada etapa define un esquema objeto específico, en el que se introducen nuevos elementos o clases (G. Rossi; D. Schwabe; C.J.P. de Lucena; D.D. Cowan, 1995).

En la primera etapa se construye un esquema conceptual representado por los objetos de dominio o clases y las relaciones entre dichos objetos. Se puede usar un modelo de datos semántico estructural, como el modelo de entidades y relaciones. El modelo OOHDM propone como esquema conceptual basado en clases, relaciones y subsistemas.

En la segunda etapa, se define la estructura de navegación a través del hiper documento mediante la realización de modelos navegacionales que representen diferentes vistas del esquema conceptual de la fase anterior.

El Diseño Navegacional se expresa, también con un enfoque orientado a objetos, a través de dos tipos de esquemas o modelos: (1) El denominado esquema de clases navegacionales, con las posibles vistas del hiper documento a través de unos tipos predefinidos de clases, llamadas navegacionales, como son los "nodos", los "enlaces", y otras clases que representan estructuras o formas alternativas de acceso a los nodos, como los "Índices" y los "recorridos guiados"; y (2) El esquema de contexto navegacional, que permite la estructuración del hiperespacio de navegación en sub espacios para los que se indica la información que será mostrada al usuario y los enlaces que estarán disponibles cuando se acceda a un objeto o nodo en un contexto determina do.

La tercera etapa está dedicada a la especificación de la interfaz abstracta. Así, se define la forma en la cual deben aparecer los contextos navegacionales. También se incluye aquí el modo en que dichos objetos de interfaz activarán la navegación y el resto de funcionalidades de la aplicación, esto es, se describirán los objetos de interfaz y se los asociará con objetos de navegación. La separación entre el diseño navegacional y el diseño de interfaz abstracta permitirá construir diferentes interfaces para el mismo modelo navegacional.

La cuarta etapa, es en si la implementación del hiperdocumento o sistema hipermedial diseñado, es decir, la concreción de los modelos navegacionales y de interface en objetos particulares con sus correspondientes con tenidos y sus posibilidades de navegación. Aunque, al utilizar un enfoque de orientación a objetos podría parecer conveniente que la implementación se hiciera en un entorno de construcción de hiperdocumentos también orientado a objetos, debido al carácter abstracto del diseño, sin embargo ésta puede hacerse fácilmente en otros entornos hipermediales que permitan trabajar con aplicaciones multimedia. Se cumplirán las siguientes actividades como parte de una metodología de desarrollo estándar: a) Análisis; b) Diseño; c) Desarrollo; d) Pruebas (Pressman R., 2002).

Para el desarrollo de este proyecto se aplicó una investigación bibliográfica de fuentes de Información, y consultas en Internet. Mediante esta etapa del obtuvo la información necesaria y válida que permita establecer el marco teórico referencial, el cual proporcione el soporte teórico – técnico necesario para la consecución del proyecto.

El sistema desarrollado se compone de un componente hipermedial para dispositivos móviles que corre sobre el sistema operativo Android y otro de tipo desktop que corre sobre la plataforma Windows. La Metodología OOHDMM se aplicará en conjunto con la Ingeniería de Software y el Lenguaje de Modelamiento Unificado (UML).

2.2. Motor de Juegos Unity

Unity es un motor gráfico 3D para PC y Mac que viene empaquetado como una herramienta para crear juegos, aplicaciones interactivas, visualizaciones y animaciones en 3D en tiempo real. Unity puede publicar contenido para múltiples plataformas como PC, Mac, Nintendo, Wii e iPhone. El motor también puede publicar juegos basados en la web usando el plugin Unity Webplayer, que es un componente que permite interpretar código y los mapas de archivos 3D (Blackman S., 2011).

Entre las principales características de Unity se pueden mencionar: Fácil instalación en ambientes Windows, Mac y LINUX; Interfaz de usuario amigable, compuesta por cinco partes: 1) vista de escena; 2) vista de juego; 3) vista de proyecto; 4) vista de jerarquía; 5) vista de inspector; Modos de visualización 3D en perspectiva; Fácil configuración de la visualización utilizando componentes: 1) Render Mode; 2) Color Modes; 3) Interruptor de luces; 4) Interruptor de skybox, lenseflare y niebla; y Manejo de botones de control para comandos de transformación.

Librerías y Componentes del Unity

Las principales librerías que maneja el Unity son seis como se explican a continuación:

- ❖ Creación de escenas: Unity tiene un DLL que maneja la creación de escenas en 3D donde se ubican to dos los elementos u objetos del juego en 3D como planos, edificios, terrenos, cielo, personajes, etc.
- ❖ Generador de terrenos: Unity tiene un DLL para generar terrenos los mismos que son generados como una malla plana que se puede texturizar y esculpir sin salir del editor. Los terrenos tienen algunas propiedades importantes, como la longitud del terreno y el nivel de detalle del terreno.
- ❖ Renderizado: Unity tiene una DLL para configurar el renderizado de los objetos 3D de un juego y añadir efectos especiales al mismo como: a) Niebla (Fog); b) Color de la Niebla (Fog Color); c) Luz de Ambiente (Ambient Light); d) Material de la Caja del Cielo (Skybox Material); e) Fuerza de la Luz (Halo Strenght); f) Fuerza del Fuego (Flare Strenght); g) Textura de la Luz (Halo Texture); h) Mancha de Galleta (Spot Cookie)
- ❖ Controlador de Primera Persona: Unity incluye un DLL para el Controlador Estándar en Primera Persona que hace que los juegos con vista en primera persona sean realmente sencillos de configurar. Para manejar este controlador en la escena, se debe ir a la vista de proyecto y seleccionar “Standard Assets > Prefabs”. Dentro de esa carpeta hay un prefabricado (prefab) llamado “First Person Controller”. Se arrastra este objeto a la vista de escena y se lo posiciona de forma que el cilindro toque el terreno.
- ❖ El componente MonoBehaviour: Utilizado para la programación de scripts de Unity, en dos lenguajes de programación que son el C# y el Java.
- ❖ El componente GameApp del Juego: Este componente maneja toda la interfaz de usuario y la computación gráfica del juego y se lo puede integrar a otras clases creadas por el usuario, como en el caso del presente proyecto que consta de más de 20 clases.

3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1. Diseño de los Algoritmos con Inteligencia Artificial para Armar el Laberinto

La regla de IA que se adoptó para recorrer automáticamente el laberinto fue el método de la mano derecha, que permite que el jugador controlado por la computadora (JCC) resuelva el laberinto y encuentre la salida, manteniendo la mano derecha en contacto con una de las paredes del laberinto durante todo el recorrido, como se puede ver en la Figura 1. El método se puede aplicar también para la mano izquierda conocido en inglés como “Wall Follower Method”. Es tos métodos no garantizan salir pronto del laberinto, ni que el camino seleccionado sea el más corto, no obstante, sí se conoce que se saldrá del laberinto (Loh Peter K. K. and Prakash Edmond C, 2009).

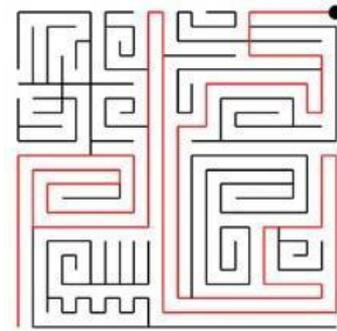


Figura 1. Método de la mano derecha.¹

3.2. Diagrama de Clases

La Figura 2 muestra las clases que componen el videojuego educativo. La clase *MonoBehaviour* proporciona la inicialización básica del modo gráfico de Unity y la lógica del juego. La clase *GUICamera* se encarga de controlar la interfaz gráfica del usuario en 2D, donde consta el menú y sus opciones. La clase *FarCamera* permite visualizar todo el laberinto a través de una cámara. La clase *FollowCamera* permite que una de las cámaras siga al ratón que está en el laberinto.

La clase *MazeAlgorithm* se encarga de realizar todas las operaciones matemáticas y generar con IA el mapa del laberinto, lo cual permite obtener una matriz de unos y ceros, donde los ceros representan el camino a seguir y los unos representan las paredes del laberinto. La clase *MazeCreator* se encarga de pasar del entorno matemático a un entorno virtual en 3D, para lo cual utiliza la clase *MazeAlgorithm* para operar el laberinto. La clase *MouseBrain* se encarga de controlar el movimiento del ratón en modo automático, donde se utiliza IA para analizar la ruta a seguir y llegar a la meta que consiste en encontrar el queso y utiliza parte de los algoritmos de la clase *MazeAlgorithm* para moverse por el camino representado por un grupo de ceros y almacena en una lista enlazada todas las posiciones recorridas basada en la regla de la mano izquierda. La clase *Player Controller* controla manualmente el movimiento del ratón por el laberinto.

La clase *Loading* permite manejar la ventana que carga el juego y opera un buffer de comunicación que calcula el porcentaje de carga del mismo. La clase *GameMode* controla el tipo de juego que puede ser manual, donde el que opera el juego es un usuario; o también puede ser automático, donde el que opera el juego es la PC con IA. Además esta clase se encarga de almacenar los estados del juego como son el nombre del usuario, el nivel de dificultad (principiante, intermedio, avanzado) y el tiempo que se demora en completar el laberinto. La clase *ParticleTester* se encarga de manejar un sistema de partículas para generar los efectos de explosión que tiene el juego y que se produce cuando el usuario representado por un pequeño ratón, encuentra el queso en el laberinto.

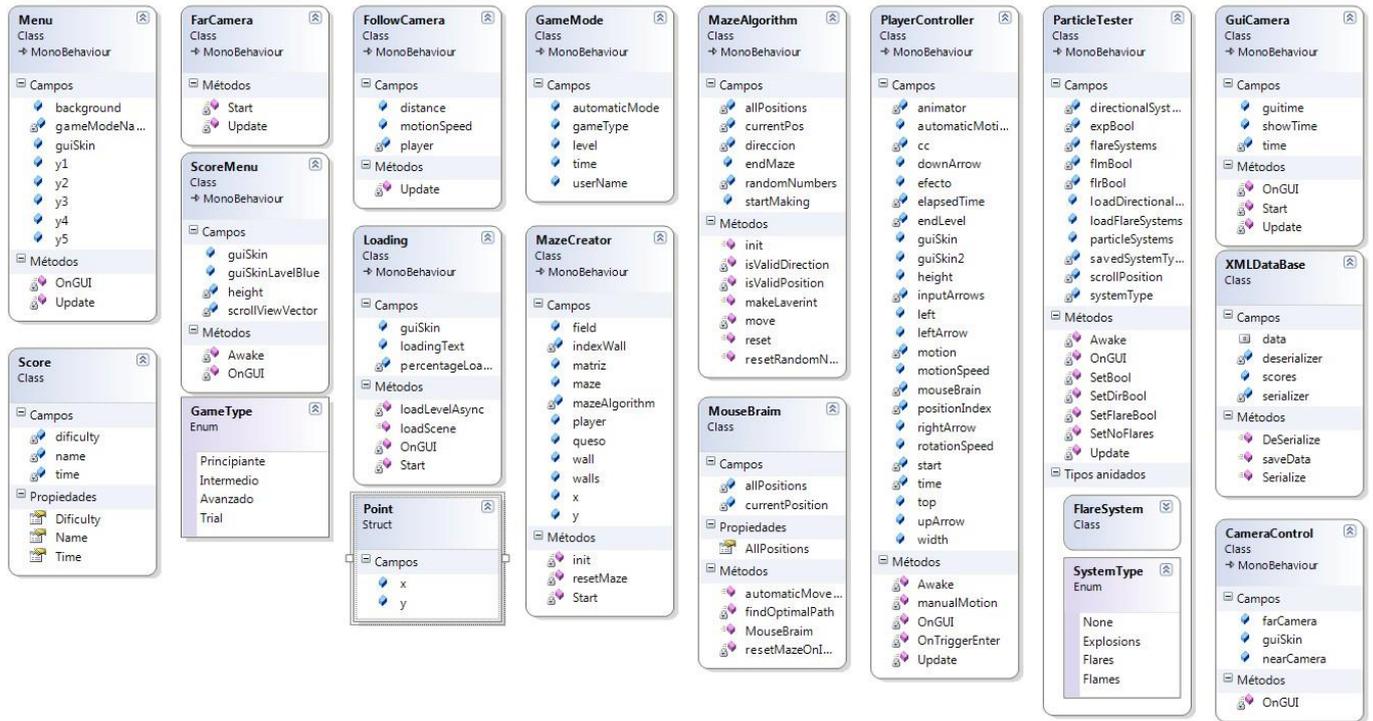


Figura 2: Diagrama de clases del videojuego.

3.3. Diagrama de Despliegue

En la Figura 3 se presenta el diagrama de despliegue del juego, donde se muestran las relaciones físicas de los distintos nodos que lo componen y el reparto de los componentes sobre dichos nodos. Los componentes básicos del juego se cargan en memoria y los matemáticos en el procesador. En cambio los componentes visuales se cargan en la capa de aplicación del sistema operativo que puede ser Windows si la aplicación es desktop; y Android si la aplicación es móvil.

3.4. Aplicación de la Metodología OOADM

3.4.1. Diseño Conceptual

Durante esta actividad, se construye el esquema conceptual representando clases, los objetos, sus relaciones y las colaboraciones existentes en el dominio del juego. En la Figura 6 se ilustró el diagrama de clases del videojuego que se compone por 17 clases, de las cuales las que controlan el modelo de datos de la aplicación son:

- a) La clase *XMLDataBase* que se utiliza para manejar los archivos planos del juego donde se almacena los datos del mismo;
- b) La clase *Scores* que se utiliza para controlar el puntaje del juego obtenido por los usuarios y la PC;
- c) *ScoreMenu* que utiliza la clase *Score* para determinar el puntaje del usuario de acuerdo al nivel de dificultad del juego;
- d) La clase *GameControl* que controla la ejecución del juego independientemente de las opciones del mismo, como son:
 - 1) Trial;
 - 2) Principiante;
 - 3) Intermedio;
 - 4) Avanzado.

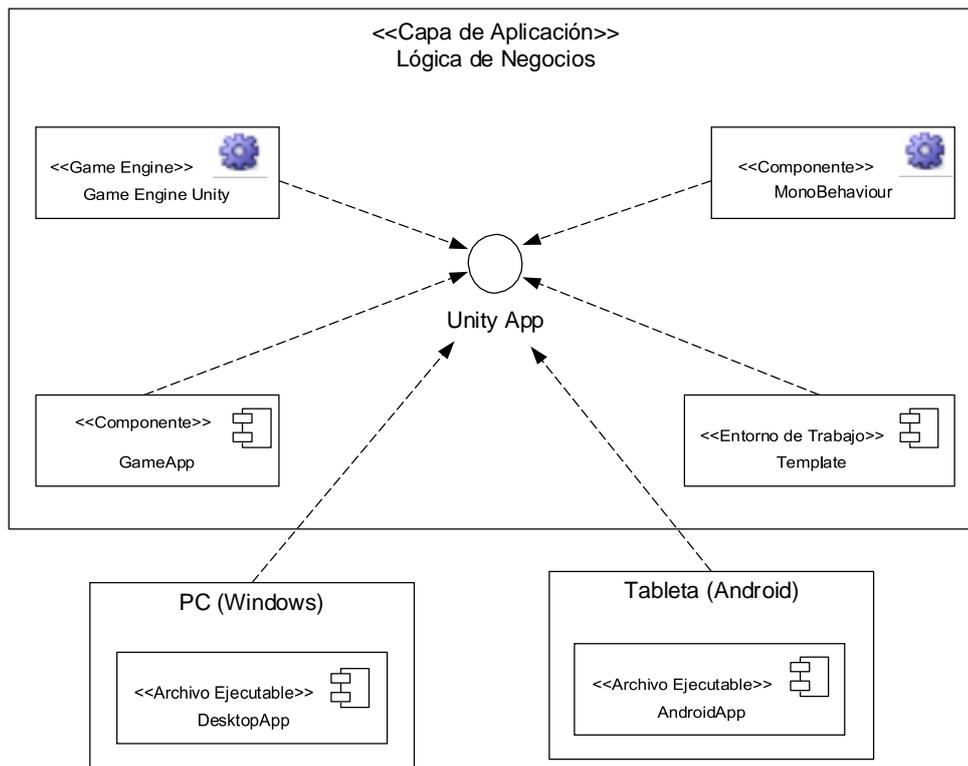


Figura 3: Diagrama de despliegue del videojuego.

3.4.2. Diseño Navegacional

El diseño navegacional se utilizó para construir el modelo de navegación de la aplicación que proporciona un mapa con los nodos y los enlaces del juego, como se puede ver en la Figura 4. El sistema está basado en formularios, por lo tanto contiene una mezcla adecuada de estética, contenido y tecnología. Posee los siguientes objetos y contextos navegacionales:

A) Objetos Navegaciones

- Página del Formulario de Configuración del Juego
- Página del Laberinto de Modo Manual
- Página del Laberinto de Modo Automático
- Página del Formulario de Navegación y Entorno del Juego
- Página del Formulario de los Puntajes del Juego

B) Contextos Navegacionales

- Iniciar Sesión
- Configurar Juego
- Resolver el laberinto de forma manual
- Resolver el laberinto de forma automática
- Guardar Puntajes
- Visualizar Puntajes

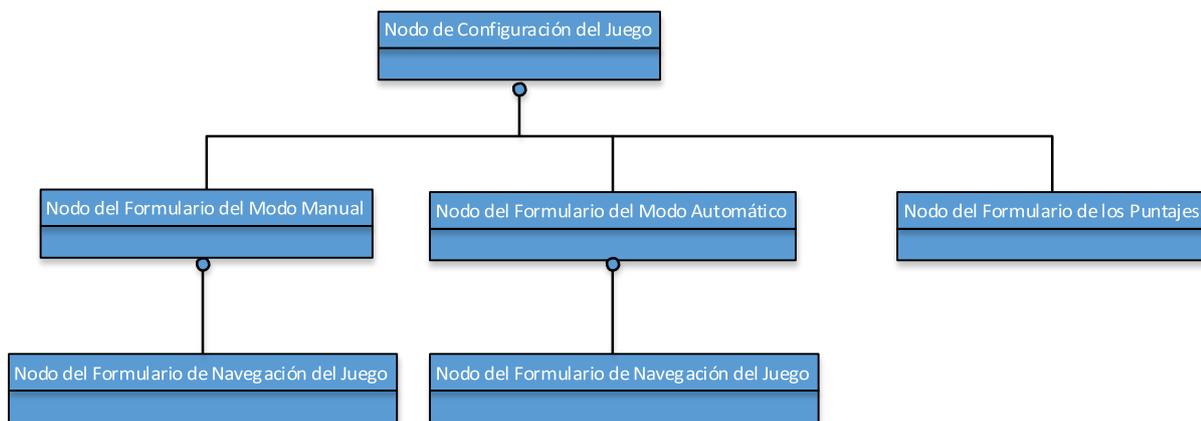


Figura 4: Modelo de navegación del videojuego.

3.4.3. Diseño Abstracto de Interface

El diseño abstracto de interface permitió construir las diferentes interfaces del videojuego por el mismo modelo navegacional. OOHDMM utiliza el diseño de vista de datos abstractos (ADVs – Abstract Data View). Estos ADVs tienen la interface y el estado más no la implementación del juego. Las interfaces están basadas tanto en una arquitectura de contenido (i.e. forma en la que los objetos se estructuran para su presentación y navegación) como en una arquitectura de Aplicación Móvil (i.e. forma en la que la aplicación se estructura para gestionar la interacción del usuario). A continuación se detallan las interfaces del usuario Jugador; ya que posee una interacción directa con el sistema.

- Nodo del Formulario de Configuración del Juego
- Nodo del Formulario del Juego Manual
- Nodo del Formulario del Juego Automático
- Nodo del Formulario de la Navegación y Entorno del Juego
- Nodo del Formulario de los Puntajes del Juego

3.4.4. Implementación

En esta etapa se implementa el diseño como los elementos de información de la navegación, los contextos, las interfaces y la dinámica de la aplicación. Para la construcción del videojuego se utilizó Maya como la herramienta de modelamiento 3D, el motor de juegos Unity para manejar el entorno gráfico de la aplicación y el lenguaje de programación C# de Mono que es un lenguaje multiplataforma.

A) Creación del Modelo 3D en Maya

Maya de Autodesk se utilizó para la creación de los gráficos y objetos, edición de materiales en 3D y la configuración de la iluminación del juego. En la Figura 5 se pueden ver los elementos que se diseñaron en el software Maya para Unity los cuales fueron los siguientes:

- El plano del laberinto.
- Los cubos del laberinto que representan las paredes.
- El ratón que representa al usuario en modo manual y a la PC en el modo automático.

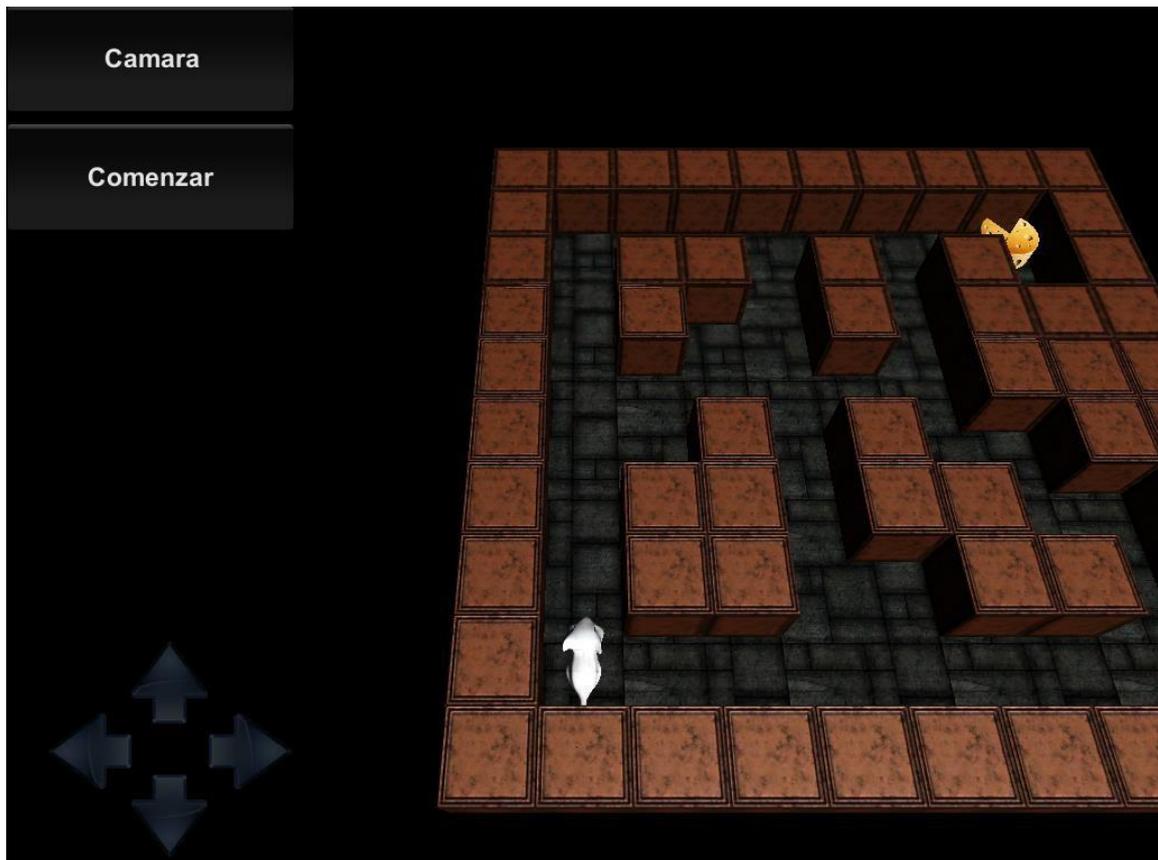


Figura 5. Elementos del Videojuego.

B) Creación del Videojuego con Unity

El videojuego fue desarrollado en su totalidad con el motor de juegos Unity y con la herramienta de programación C# con Mono para la creación de las clases del juego desarrollado. Adicionalmente se utilizó tres componentes básicos del motor de juegos Unity, los mismos que son:

- **Componente CoreUnity:** Este componente es el centro de creación de aplicativos del Unity, ya que se constituye en el alma del Game Engine del Unity, donde se encuentran todas las clases que manejan toda la computación gráfica del juego como: vectores, matrices, imágenes, texturas, color, fuentes, objetos 2D y 3D, luces, cámaras, animaciones, física y transformación de objetos.
- **Componente MonoBehaviour:** Este componente es un conjunto de DLLs implementados por el proyecto Mono C# para Unity que es compatible con C#.NET y es el que se encarga de compilar el programa con las librerías del Unity y manipular los objetos mediante scripts de programación.
- **Componente GUI:** Este componente es el que permite crear las interfaces gráficas del usuario en 2D como los componentes para formularios tales como: botones, etiquetas, sliders, etc.

c) Programación del juego con C# de Mono

C# con Mono es una plataforma de software diseñado para permitir a los desarrolladores crear aplicaciones multiplataforma fácilmente. Auspiciado por Xamarin, Mono es una implementación de código libre (open source) del framework .NET de Microsoft basado en las normas de ECMA para C# y el Lenguaje Común de Ejecución (CLR Common Language Runtime). Un conjunto de soluciones crecientes y una comunidad activa que contribuye dinámicamente y de manera entusiasta, está ayudando a que Mono se posicione en el mercado convirtiéndose en la opción principal para el desarrollo de aplicaciones de Linux.

4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Evaluación de objetivos alcanzados

Los resultados obtenidos luego del desarrollo del videojuego, con respecto a los objetivos planteados al inicio del proyecto, se pueden apreciar en la Tabla No. 1. De la misma manera la Figura No. 5 muestra uno de los modelos de la aplicación, correspondiente al nivel principiante del juego. Como se puede observar, el modelo 3D del videojuego posee todos los elementos que componen un laberinto como son las paredes, los callejones y el personaje o avatar que representa al usuario en modo manual o a la PC en modo automático según sea el caso. El juego del laberinto en 3D tiene tres niveles de dificultad: a) Principiante; b) Intermedio; c) Avanzado. Además se tiene un modo de entrenamiento que le permite al usuario perfeccionar el dominio de la solución del laberinto en 3D, por lo que se recomienda un estudio que evalúe el impacto en los niños de escuelas entre 7 y 11 años, para medir el nivel de desarrollo cognitivo de los niños y niñas.

Tabla 1: Evaluación de objetivos Alcanzados.

Tipo	Objetivos	Resultados
General	Desarrollar un videojuego educativo con técnicas de inteligencia artificial para la plataforma Android aplicando la Metodología OOHDM. Caso de Estudio: Laberinto en 3D.	Se desarrolló con éxito el videojuego educativo con IA utilizando las tecnologías mencionadas.
Específico	Realizar el diseño y desarrollo de la aplicación del videojuego con el motor de juegos UNITY aplicando la metodología OOHDM con UML.	La aplicación base fue creada para poder cargar cualquier modelo de laberinto en 3D generados con IA utilizando técnicas de planificación. Se aplicó la Metodología OOHDM junto con UML en el desarrollo lo cual facilitó el control del avance del proyecto.
	Desarrollar el modelo 3D de la aplicación con la herramienta Autodesk Maya 2012.	Se crearon los modelos de las paredes, del piso y el avatar del juego representado por un ratón en 3D, para su posterior utilización en el aplicativo del juego.
	Implementar el movimiento de cámaras para realizar un recorrido virtual por el laberinto en 3D, mediante el uso del motor de juegos UNITY con el lenguaje de programación C# con Mono.	Se implementó un recorrido virtual a fin de cumplir con los requisitos propuestos y es posible generar un laberinto en 3D con IA y resolver el mismo también con IA y almacenar los puntajes tanto del usuario como de la PC en archivos planos tipo XML.

5. TRABAJOS RELACIONADOS

Se han encontrado dos trabajos relevantes de videojuegos educativos conocidos como laberintos: (1) El trabajo propuesto por (Romanovna O., 2009), titulado The Game in C++, está concebido como un laberinto en 2D desarrollado con la herramienta de programación Visual C++ 2008 y el motor de gráficos Simple DirectMedia Library, donde se construyen una serie de laberintos con un avatar que puede ser operado manualmente con las flechas del teclado y evalúa el funcionamiento de las librerías gráficas DirectMedia, pero no utiliza IA para generar los escenarios de los laberintos, ni para resolver los mismos. (2) El trabajo propuesto por (Vander Sterren William, 2001), titulado Terrain Reasoning for 3D Action Games, donde se desarrollan una serie de algoritmos con IA para generar escenarios de juegos para terrenos (terrains) los mismos que pueden ser aplicables para generar escenarios para laberintos y que es un tipo especial de terreno que tiene una entrada y una salida para cumplir con un objetivo.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El presente trabajo presentó el análisis, diseño e implementación de un videojuego educativo conocido como laberinto en 3D que se ha realizado empleando Autodesk Maya, C# con Mono dentro de la plataforma de desarrollo MonoDevelop y el motor de juegos UNITY como componente base para el proceso de creación gráfica de los videojuegos. En el proceso de creación del software educativo, se aplicó la metodología OOHDMM con UML, como un marco de trabajo referencial que se ha cumplido con cada una de las fases desde el análisis, pasando al diseño, hasta llegar al desarrollo e implementación del videojuego. Los resultados muestran la funcionalidad del modelo en 3D del laberinto con las paredes, los pasadizos, el personaje o avatar del juego, lo cual permite mostrar a los usuarios finales el estado real de un laberinto para jugar. El proyecto desarrollado constituye una aplicación piloto para la creación de nuevos videojuegos educativos con IA en beneficio de los niños para estimular el desarrollo cognitivo, que aplicará estos métodos de difusión para dar a conocer los trabajos que se realizan tanto a nivel nacional como a nivel mundial.

Como trabajo futuro se plantea un estudio de los juegos reales que más éxito han tenido hasta la actualidad y que pueden ser simulados en mundos virtuales y en entornos distribuidos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blackman Sue, (2011). *Beginning 3D Game Development with Unity*, Apress, New York – USA.

Druzhinina Romanovna Olga, (2009). Thesis: *The Game in C++*. Supervisor: Dr. Tony Y. T. Chan. School of Business and Science University of Akureyri (UNAK). Akureyri – Iceland.

Monedero R., (2013). Tesis de Grado de Ingeniería Informática. *Demo de un Videojuego 2.5D en Unity 3D con Blender*. Director: Eloi Puertas Prats. Depto, de Matemática Aplicada. Universidad de Barcelona. España.

Pérez M., (2008): Penetración de los videojuegos educativos e infantiles en España desde el 2005 al 2007. *Comunicación y Pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, nº 229, pp. 2328.

Pressman Roger, (2002). *Ingeniería de Software Un Enfoque Práctico*, Mc. Graw Hill, Madrid – España.

Rodriguez E., (2002). *Jóvenes y videojuegos. Espacio, significación y conflictos*. FAD (Fundación de Ayuda contra la Drogadicción). ISBN: 8495248182. España – Madrid.

Rossi, G.; Schwabe, D.; De Lucena, C.J.P.; Cowan, D.D.; (1995). *An Object Oriented Model for Designing the Human Computer Interface of Hypermedia Applications*, Proc. of the International Workshop on Hypermedia Design (IWH95), Springer Verlag Workshops in Computing Series, forthcoming.

Russell Peter, (2010). *Artificial Intelligence. A Modern Approach*. 3rd Ed. Pearson Education. New Jersey USA.

Villacís, C., Fuertes, W., Bustamante, A., Almachi, D., Procel, C., Fuertes, S., & Toulkeridis, T. (2014). *Multi player Educational Video Game over Cloud to Stimulate Logical Reasoning of Children*. In *Proceedings of the 2014 IEEE/ACM 18th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications* (pp. 129-137). IEEE Computer Society.

Torres Vinuesa, M. D., Fuertes, W., Villacís Silva, C. X., Zambrano Rivera, M. E., & Prócel Silva, C. T. (2013). *Puzzlemote: videojuego controlado con el mando de la Wii para niños de 6 a 10 años*. *AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento*, 2(2), 94105.

Vander S. William, (2001). *Terrain Reasoning for 3D Action Games*. Gama Sutra Magazine. UBM Tech. USA.

Loh Peter K. K. and Prakash Edmond C, (2009). *Performance Simulations of Moving Target Search Algorithms*. Hindawi Publishing Corporation. *International Journal of Computer Games Technology*. Volume 2009, Article ID 745219,