



INNOVANDO Tecnología

FOMENTANDO
INVESTIGACIÓN





INNOVANDO TECNOLOGÍA FOMENTANDO INVESTIGACIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

**IBARRA - ECUADOR
2017**

Comité Editorial

MSc. Daisy Elizabeth Imbaquingo Esparza
MSc. Cathy Pamela Guevara Vega
MSc. Silvia Rosario Arciniega Hidrobo
MSc. Marco Remigio Pusdá Chulde
MSc. Pedro David Granda

Comité Científico

PhD. Iván García Santillán
Universidad Técnica del Norte - Ecuador
PhD. Diego Peluffo
Universidad Técnica del Norte - Ecuador
PhD. Gerardo Collaguazo
Universidad Técnica del Norte - Ecuador
PhD. Diego Ojeda
Universidad Carabobo- Venezuela
PhD. José Luis Rodríguez
Universidad Autónoma de Manizales - Colombia
PhD. Daniel Ricardo Delgado
Universidad Cooperativa de Colombia

Comité Organizador

MSc. Daisy Elizabeth Imbaquingo Esparza
MSc. Cathy Pamela Guevara Vega
MSc. Silvia Rosario Arciniega Hidrobo

Colaboradores

MSc. Diego Javier Trejo España
MSc. Mauricio Javier Rea Peñafiel
MSc Fausto Alberto Salazar
MSc. Alexander Vicente Guevara Vega
MSc. Pablo Andrés Landeta López
MSc. Cosme MacArthur Ortega Bustamante
MSc. Carpio Agapito Pineda Manosalvas
MSc. José Antonio Quiña Mera

Pares Revisores Externos

MSc. Gabriel Ramiro Muñoz Samboni
Fundación Universitaria Popayán- Colombia
PhD. Luis Freddy Muñoz Sanabria
Fundación Universitaria Popayán- Colombia
MSc. José Luis Cazarez Valdiviezo
Universidad Central del Ecuador-Ecuador
MSc. Juan Carlos Cobos Velasco
Universidad Central del Ecuador-Ecuador
MSc. Milton Alfredo Campoverde Molina
Universidad Católica de Cuenca - Ecuador
MSc. Jenny Karina Vizñay Durán
Universidad Católica de Cuenca - Ecuador
MSc. Germania R. Veloz R.
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- Ecuador
MSc. Gladys Lorena Aguirre Sailema
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- Ecuador
MSc. Miguel Ángel Duque Vaca
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo- Ecuador
MSc. Ana Luisa Sandoval Pillaño
Universidad Autónoma Regional de los Andes- Ecuador
MSc. Rita Azucena Díaz Vásquez
Universidad Autónoma Regional de los Andes- Ecuador
MSc. Luis Adolfo Patiño Hernández
Universidad Politécnica Estatal del Carchi- Ecuador
MSc. Jeffery Alex Naranjo Cedeño
Universidad Politécnica Estatal del Carchi- Ecuador
MSc. Giorgina Arcos Ponce
Universidad Politécnica Estatal del Carchi- Ecuador
MSc. Milton Patricio Navas Moya
Universidad de las Fuerzas Armadas – Ecuador
MSc. Verónica del Consuelo Tapia Cerda
Universidad Técnica del Cotopaxi- Ecuador
MSc. Guillermo Alfredo Mosquera Canchingre
Universidad Técnica Equinoccial- Ecuador

Imprenta Universitaria 2017
Universidad Técnica del Norte
Diagramación & Diseño
Ing. Fernando Mafla Ibarra-Ecuador



ISBN: 978-9942-984-49-4



UIN
Creando CIENCIA,
construyendo SUEÑOS



Introducción

Este libro contiene los artículos aceptados para su presentación y publicación en las III Jornadas Académicas Internacionales CISIC 2017 organizada por la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Norte durante los días 04 al 07 de julio del 2017 en Ibarra, Ecuador.

Las III Jornadas Académicas Internacionales CISIC 2017 es un evento académico científico en diferentes temáticas relacionadas con la Informática y Tecnología, dirigido a la comunidad nacional e internacional en el área de tecnología de información y ciencias afines reuniendo a investigadores y profesionales interesados en la innovación tecnológica.

El propósito de las III Jornadas Académicas Internacionales CISIC 2017 es dar viabilidad a las acciones propuestas en el Plan de Investigación de la FICA, el mismo que busca coordinar, apoyar, promover y facilitar la implementación de los programas, proyectos de investigación, ponencias, conferencias, redacción y publicación de artículos científicos, y participación en redes de investigación de los docentes de la Facultad, Carrera y Universidad

El comité científico de III Jornadas Académicas Internacionales CISIC 2017 está formado por profesionales expertos en Tecnologías de la Información y las Ciencias de la computación, quienes han tenido la responsabilidad de evaluar estrictamente, en un proceso de revisión a ciegas los trabajos recibidos en cada una de las temáticas de la conferencia.

Los 37 artículos aceptados para su presentación y publicación tuvieron como mínimo dos revisores cada uno, garantizando la calidad y originalidad de investigación. Estos artículos son publicados en el libro físico y digital con ISBN.



Editorial

El Comité Editorial del libro “Innovando tecnología fomentando investigación” se complace en poner a disposición a la sociedad en general tanto nacional como internacional que estén interesadas en el conocimiento científico y tecnológico de las ingenierías aplicadas, artículos científicos de investigaciones recopiladas durante el transcurso de este último año.

Esta obra científica-tecnológica es producto del arduo trabajo de profesores investigadores de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte y de universidades fraternas a nivel mundial que han colaborado con sus trabajos de investigación para este libro.

Se agradece a todas las personas que han colaborado en la publicación del presente libro: al Comité editorial, Comité científico, profesores investigadores, revisores de los presentes artículos científicos y demás personas inmersas en el proceso investigativo, que sin duda se refleja con eficiencia el trabajo realizado a través de la presente publicación.

Se reitera el compromiso para seguir colaborando, aportando y engrandeciendo a nuestra institución de educación superior.



ÍNDICE

EJES TEMÁTICOS

1 Ciencias de la Computación



2 Gestión de TI



3 Gestión inteligente de territorio



4 Industria y Procesos



5 Ingeniería de Software



6 Redes de Comunicación



7 Tecnologías de la Web



8 TIC en la Educación



LISTA DE AUTORES

1	<i>Alexis Cordovés</i>	42	<i>Jorge Benalcázar</i>
2	<i>Ana Umaquina</i>	43	<i>Jorge Caraguay</i>
3	<i>Antonio Quiña</i>	44	<i>José Jácome</i>
4	<i>Arlys Laestre</i>	45	<i>Juan Carlos Armas</i>
5	<i>Camilo Medina</i>	46	<i>Juan Carlos García</i>
6	<i>Carlos Ortega</i>	47	<i>Leandro Lorente</i>
7	<i>Carlos Pupiales</i>	48	<i>Lilian Cruz</i>
8	<i>Carlos Rosero</i>	49	<i>Luis Garzón</i>
9	<i>Carolina Calvache</i>	50	<i>Luis Suárez</i>
10	<i>Carpio Pineda</i>	51	<i>Luz María Tobar</i>
11	<i>Carpio Pineda</i>	52	<i>MacArthur Ortega</i>
12	<i>Cathy Guevara</i>	53	<i>Manel Velasco</i>
13	<i>Christian Vásquez</i>	54	<i>Marcelo Jurado</i>
14	<i>Cielo Basante</i>	55	<i>Marco Pusda</i>
15	<i>Clara Pozo</i>	56	<i>Margoth Guaraca</i>
16	<i>Cristian Bracho</i>	57	<i>María Zambrano</i>
17	<i>Cristian Guano</i>	58	<i>Martí Pau</i>
18	<i>Cristina Vaca</i>	59	<i>Mauricio Rea</i>
19	<i>Daisy Imbaquingo</i>	60	<i>Nancy Cervantes</i>
20	<i>Danilo Arévalo</i>	61	<i>Nelson Romo</i>
21	<i>Dany Orbes</i>	62	<i>Nelson Chantre</i>
22	<i>Diego Trejo</i>	63	<i>Orlen Araujo</i>
23	<i>Diego Peluffo</i>	64	<i>Pablo Benavides</i>
24	<i>Diego Terán</i>	65	<i>Pablo Landeta</i>
25	<i>Edgar Jaramillo</i>	66	<i>Paulina Ayala</i>
26	<i>Edgar Lema</i>	67	<i>Pedro Granda</i>
27	<i>Esteban Baez</i>	68	<i>Ramiro Rosero</i>
28	<i>Fabián Cuzme</i>	69	<i>Remberto Rodríguez</i>
29	<i>Fausto Salazar</i>	70	<i>Ricardo Romero</i>
30	<i>Fredy Rosero</i>	71	<i>Rocío Mendoza</i>
31	<i>Gabriela Verdezoto</i>	72	<i>Sandra Narváez</i>
32	<i>Harol Carrasco</i>	73	<i>Segundo Pusdá</i>
33	<i>Haymeé Rodríguez</i>	74	<i>Sergio Mieles Bachicoria</i>
34	<i>Hugo Imbaquingo</i>	75	<i>Silvia Arciniega</i>
35	<i>Isabel Andrade</i>	76	<i>Víctor Caranqui</i>
36	<i>Iván García</i>	77	<i>Washington Mosquera</i>
37	<i>Jaime Alvarado</i>	78	<i>Wilson Vélez</i>
38	<i>Jefferson Almeida</i>	79	<i>Xenia Pedraza González</i>
39	<i>Jennifer Salazar</i>	80	<i>Xiomara Blanco</i>
40	<i>Jonathan Pazos</i>	81	<i>Zamir Mera</i>
41	<i>Jorge Vásquez</i>		

Ciencias de la Computación

1	ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN DE ECUACIÓN EN DIFERENCIAS PARA VALIDAR LA RESPUESTA DEL SISTEMA REAL EN SIMULACIÓN	19
2	MODELO MATEMÁTICO PARA SIMULACIÓN DEL VUELO DEL BÚMERAN BASADO EN AERODINÁMICA Y PRECESIÓN	29
3	MODELADO MATEMÁTICO DE LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DE SALUD EN LA CIUDAD DE IBARRA	41
4	BIG DATA ANALYTICS (BDA) EN LA TOMA DE DECISIONES EMPRESARIALES	55
5	SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DINÁMICO Y CINEMÁTICO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE UN AUTOMÓVIL CON EL EMPLEO DE MATLAB	63
6	LA IMPORTANCIA DE LA INFORMÁTICA EN LA INGENIERÍA MECATRÓNICA: UNA EXPERIENCIA REFLEXIVA	75
7	ESTADO DEL ARTE PARA TÉCNICAS SUPERVISADAS Y NO SUPERVISADAS DE MACHINE LEARNING EN LA IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DISTINTIVOS DE CÁNCER DE MAMA	85
8	ESTUDIO COMPARATIVO DE TÉCNICAS SUPERVISADAS DE MACHINE LEARNING APLICADAS EN PROBLEMAS MÉDICOS	91
9	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA APLICABILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS DE DESCUBRIMIENTO DE CONOCIMIENTO EN ÁMBITOS ACADÉMICOS Y SOCIALES, PARA DETERMINAR APLICACIONES FUTURAS	99
10	MODELO DE EVALUACIÓN ADAPTATIVA INFORMATIZADA BASADA EN TEORÍA DE RESPUESTA AL ÍTEM.	107

Gestión de TI

11	APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE DINERO ELECTRÓNICO DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR: ESTADO DEL ARTE Y PERSPECTIVA TÉCNICA	121
12	DISEÑO DE POLÍTICAS DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN BASADO EN EL MARCO DE REFERENCIA COBIT 5	129
13	EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL ÁREA DE TI BASADO EN EL MARCO DE REFERENCIA COBIT 5	139

Gestión inteligente de territorio

14	LAS FIRMAS DIGITALES Y SU APOORTE EN LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	149
15	APLICACIÓN DE LAS TIC PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL ENTORNO URBANO	157

Industria y Procesos

16	CONCEPCIÓN DE UN SISTEMA CAD/CAPP PARA LA GENERACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS	171
17	IMPACTO DE LA USABILIDAD DE LOS DRONES EN LA AGREGACIÓN DEL VALOR EN LA PRODUCCIÓN	181
18	MOVILIDAD DEL PERSONAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE: MODO DE TRANSPORTE Y EMISIONES DE CO ₂	187

Ingeniería de Software

19	PORTAL CAUTIVO Y SEGURIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PUBLICIDAD MULTIMEDIA PARA DISPOSITIVOS MÓVILES EN CENTROS COMERCIALES	197
----	---	-----

20	ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS ORACLE BI EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE PROYECTOS ESTUDIANTILES PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	207
-----------	--	-----

21	SISTEMA DESKTOP ENVIRONMET UNA ALTERNATIVA PARA LA GESTIÓN EN EL ÁREA DE CONSULTA EXTERNA	215
-----------	---	-----

22	PLATAFORMA VIRTUAL BASADA EN ESTÁNDARES DE LA INDUSTRIA DE SOFTWARE PARA FORMULAR, VALIDAR Y EVALUAR ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE PROGRAMAS EN LENGUAJE DE COMPUTADOR	221
-----------	---	-----

23	LA INTEGRACIÓN CONTÍNUA CON AUTOMATIZACIÓN DE PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	227
-----------	---	-----

Redes de Comunicación

24	GESTOR DE ARRANQUE DE CÓDIGO ABIERTO PARA CONTROLADORES DIGITALES DE SEÑALES	237
-----------	--	-----

Tecnologías de la Web

25	PROTOCOLO PARA VERIFICACIÓN DE ACCESO EN APLICACIONES WEB USANDO SERVICIOS DE RECONOCIMIENTO FACIAL EN LA NUBE	249
-----------	--	-----

TIC en la Educación

26	BENEFICIOS DE LAS TIC EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LAS CARRERAS DE SISTEMAS COMPUTACIONALES	259
-----------	--	-----

27	DISPOSITIVO MECATRÓNICO DE APRENDIZAJE BRAILLE PARA NIÑOS Y NIÑAS NO VIDENTES	269
-----------	---	-----

28	DIAGNÓSTICO DE LA COMPRESIÓN LECTORA A NIVEL INFERENCIAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR	281
-----------	---	-----

29	PERTINENCIA DE LAS CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN EN LA ZONA NORTE DEL ECUADOR	287
30	LAS TICs EN LA INCLUSIÓN EDUCATIVA DE NIÑOS CON SINDROME DE DOWN	297
31	NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA EDUCACIÓN	309



**CIENCIAS
DE LA
COMPUTACIÓN**



| 1

ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN DE ECUACIÓN EN DIFERENCIAS PARA VALIDAR LA RESPUESTA DEL SISTEMA REAL EN SIMULACIÓN.

PROGRAMMING ALGORITHM OF EQUATION IN DIFFERENCES TO VALIDATE THE RESPONSE OF THE REAL SYSTEM IN SIMULATION.

Diego Terán¹

Gabriela Verdezoto¹

Pablo Benavidez¹

Washington Mosquera¹

¹Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador.

dfteran@utn.edu.ec

Resumen:

La necesidad de conocer el porcentaje de error entre los sistemas de control simulados y reales es uno de los problemas que se presenta al realizar la validación del sistema. Además, otra incógnita es saber el porcentaje de fiabilidad de respuesta del sistema ante una señal de entrada representada en una curva. Incluso, conocer el modelo matemático del sistema y la ecuación en diferencias que debe ser programada en un sistema microprocesado es una tarea difícil.

La investigación se centra en desarrollar un algoritmo de programación de una ecuación en diferencia lineal, mediante coeficientes obtenidos de la transformada Z y así, validar la respuesta del sistema real y el modelo en la simulación.

El algoritmo de programación de la ecuación en diferencias ha resultado un método de validación de sistemas y señales de control, también de implementación de software para la enseñanza y fomentar la utilización de herramientas tecnológicas. Para el estudio se ha seleccionado una planta real que permitió su representación mediante un modelo matemático. En un inicio, se realizó la simulación del sistema en el dominio del tiempo continuo y en el de la frecuencia. Lo que sirvió para obtener el tiempo de muestreo. Utilizando la transformada Z se consigue la discretización del sistema continuo. Logrando así, el algoritmo de la ecuación en diferencias que se utilizara para la programación.

Finalmente, la programación del algoritmo se realiza en un entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico. Alcanzando así la respuesta del sistema y la ecuación en diferencias en tiempo real, de igual manera calculando el error. Los resultados provenientes de la utilización del algoritmo evidencian una mayor adaptabilidad a programar en diferentes plataformas empleadas en la carrera de Mecatrónica.

***Palabras Claves:** sistema de control, ecuación en diferencias, modelo matemático, transformada Z , algoritmo de programación.*

Abstract:

The need to know the percentage of error between simulated and real control systems is one of the problems that occurs when performing the validation of the system. In addition, another is knowing the reliability percentage of response of the system to an input signal represented in a curve. Even knowing the mathematical model of the system and the equation in differences that must be programmed in a microprocesses system is a difficult task.

The research focuses on the development of an algorithm for programming an equation in linear difference using coefficients obtained from the Z transform, thus validating the response of the real system and the model in the simulation.

The programming algorithm of the difference equation has resulted in a validation method for systems and control signals, as well as software implementation for teaching and encouraging the use of technological tools. For the study was selected a real plant that allowed its representation through a mathematical model. At the beginning, the simulation system was carried out in the continuous time domain and in the frequency domain. It served to obtain the sampling time. Using the Z -transform, the discretization of the continuous system is achieved. Achieving the algorithm of the equation in the differences that will be used for programming.

Finally, the programming of the algorithm is done in a development environment to design systems, with a graphic visual programming language. Thus, obtaining the system response and the equation in real time differences, likewise calculating the error. The results from the use of the algorithm show a greater adaptability to be programmed in different platforms used in the Mechatronics.

***Keywords:** control system, equation in differences, mathematical model, Z -transform, programming algorithm.*

Introducción

La creación de escenarios educativos que permitan procesar, modelar y simular procesos; consiente que los estudiantes puedan desarrollar habilidades y conocimientos significativos. La línea de investigación sobre el desarrollo de material educativo está enfocada al diseño de herramientas automatizadas que permitan la evaluación de contenidos y aprendizajes (Martins, 2010).

El desarrollo de software para complementar la enseñanza-aprendizaje de la matemática constituye una herramienta para resolver problemas durante la formación académica de un estudiante de ingeniería. Los docentes deben buscar estrategias que permitan la utilización de tecnologías para crear y generar un ambiente dinámico de estudio (Ávila, 2007). Las herramientas adolecen de explicaciones teóricas y de insuficientes estrategias pedagógicas (Fernández, 2000). Sin embargo, los nuevos modelos educativos integran la tecnología a la educación para lograr la interacción con situaciones de aprendizaje que conducen al desarrollo de habilidades y construcción del conocimiento.

Existe un sin número de herramientas de simulación aplicadas a Sistemas de Control que permiten validar la respuesta del sistema, una de ellas es: ecuaciones en diferencias, que consiste en la representación discreta de un sistema continuo (Karnopp, 2012). La programación de un sistema continuo a un sistema procesado (Sistemas continuos lineales, por ejemplo: el movimiento de un péndulo, un sistema de balanceo, etc.) se torna problemático, así como también verificar los errores. Algunos grados de incertidumbre pueden ser necesarios para que la simulación del modelo sea manejable o eficiente.

El presente artículo plasma la experiencia docente con los estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica que han realizado el curso de Diseño Mecatrónica I. El objeto de estudio de la investigación, toma como base el desarrollo de algoritmos de programación para ecuaciones en diferencias, específicamente para el Sistema de Balanceo modelo NI ELVIS II – QUANSER QNET VTOL Trainer, que en adelante se le denominará Balancín. Dicho algoritmo genera una metodología que permita validar fácilmente la respuesta de un sistema dinámico mediante la simulación, ya que analiza su respuesta en tiempo real y calcula el error.

Método

Sistemas y Modelamiento Matemático

Como se sabe entre sistemas dinámicos lineales y sistemas dinámicos no lineales, existe una gran diferencia que les distingue por su comportamiento. Por ejemplo: en los sistemas lineales, el segundo miembro de la ecuación es una expresión que depende en forma lineal de x , tal como se indica en la ecuación 1:

$$x_{n+1}=3x_n \quad (1)$$

Si se conocen dos soluciones para un sistema lineal, la suma de ellas es también una solución (teorema de la superposición) (Ogata, 2003). Para sistemas lineales continuos, el método de la transformada de Laplace también puede ser usado para transformar la ecuación diferencial en una ecuación algebraica; de la misma manera que para los sistemas lineales discretos, el método de la transformada Z también puede ser usada para transformar la ecuación diferencial en una ecuación algebraica (Miranda, 2012).

Los sistemas no lineales son más difíciles de analizar y presentan un fenómeno conocido como caos, con comportamientos totalmente impredecibles. Es difícil encontrar un concepto para sistemas, puede ser debido a que es usado en diversos contextos (Duarte, 2006), concluyendo que sistema es aquello que se va estudiar, caracterizado por sus señales de entrada y salida.



Figura 1: Sistemas y Señales

En la Figura 1, se puede apreciar un sistema de varias entradas y varias salidas, este trabajo se limita al estudio de un sistema lineal SISO (simple input simple output). Las ecuaciones en diferencias y diferenciales ordinarias son herramientas versátiles de análisis. Son una excelente representación de un gran número de situaciones dinámicas y su teoría asociada es suficientemente rica para suministrar elementos para su comprensión (Navarrete, 2003).

Modelos en Tiempo Continuo

Un modelo matemático se trata de ecuaciones que muestran las relaciones existentes entre las variables que afectan un sistema (Duarte, 2006). Un sistema lineal de parámetros constantes, se puede representar con la ecuación 2.

$$a_n y^n(t) + a_{n-1} y^{n-1}(t) + \dots + a_1 \dot{y}(t) + a_0 y(t) = b_m u^m(t) + b_{m-1} u^{m-1}(t) + \dots + b_1 \dot{u}(t) + b_0 u(t) \quad (2)$$

donde: $u(t)$ es la variable de entrada, $y(t)$ es la variable de salida correspondiente en el tiempo.

En la ecuación 2, se puede representar mediante una función de transferencia y la ecuación 3 correspondiente al dominio de la frecuencia, usando una herramienta matemática denominado la Laplace.

$$G(s) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0} = \frac{N(s)}{D(s)} = \frac{\sum_0^m b_i s^i}{\sum_0^n a_j s^j} \quad (3)$$

La transformada de Laplace convierte las ecuaciones diferenciales en ecuaciones algebraicas obteniendo así, una función de transferencias para el respectivo estudio del sistema.

Modelo en Tiempo Discreto

Un modelo en tiempo discreto se representa matemáticamente por medio de ecuaciones en diferencias (o de recurrencia), son sistemas de ecuaciones en los que cada variable esta indexada en un tiempo t , son muy útiles para describir sistemas dinámicos en tiempo discreto con relación a las entradas y salidas, obteniendo la ecuación 4. (Alamo, 2006)

$$y_k = a_1 y_{k-1} + a_2 y_{k-2} + \dots + a_n y_{k-n} + b_0 u_k + b_1 u_{k-1} + \dots + b_m u_{k-m} \quad (4)$$

donde: n representa el orden de la ecuación, a y b son constantes.

Una herramienta muy usada es la transformada Z , que convierte ecuaciones en diferencias recursivas en ecuaciones algebraicas, simplificando así el análisis de los sistemas en tiempo discreto, que define a partir de una secuencia de números de la ecuación 5:

$$Z[x(k)] = X(z) = \sum_{k=0}^{\infty} x(k) z^{-k} \quad (5)$$

donde: está definido para $k \geq 0$, y la función de transferencia se muestra en la ecuación 6, si se supone que todas las condiciones iniciales es cero.

$$F(z) = \left. \frac{Z[y(k)]}{Z[u(k)]} \right|_{\text{condiciones iniciales cero}} = \frac{Y(z)}{X(z)} \quad (6)$$

La transformada Z se dice que es una analogía con la Laplace siendo una representación del dominio de s a un tiempo discreto con un tiempo T de muestreo. Para este proceso existen técnicas de discretización de sistemas analógicos, como:

- Mantenedor de orden zero ZOH,
- Correspondencia polos y ceros y
- Transformación bilateral-Tustin.

Procedimiento

La parte metodológica inicia con la selección de un grupo de estudiantes como participantes para la etapa de la validación de los algoritmos, valorando el rendimiento del algoritmo propuesto y así conocer que las habilidades de enseñanza de las TIC's favorecen con altas capacidades. El software que se utiliza para el desarrollo de los algoritmos de programación es LabVIEW de National Instruments, que presenta lenguaje gráfico.

Desarrollo del Algoritmo

Una vez conocido el proceso de modelamiento del sistema se plantea el siguiente diagrama de flujo:

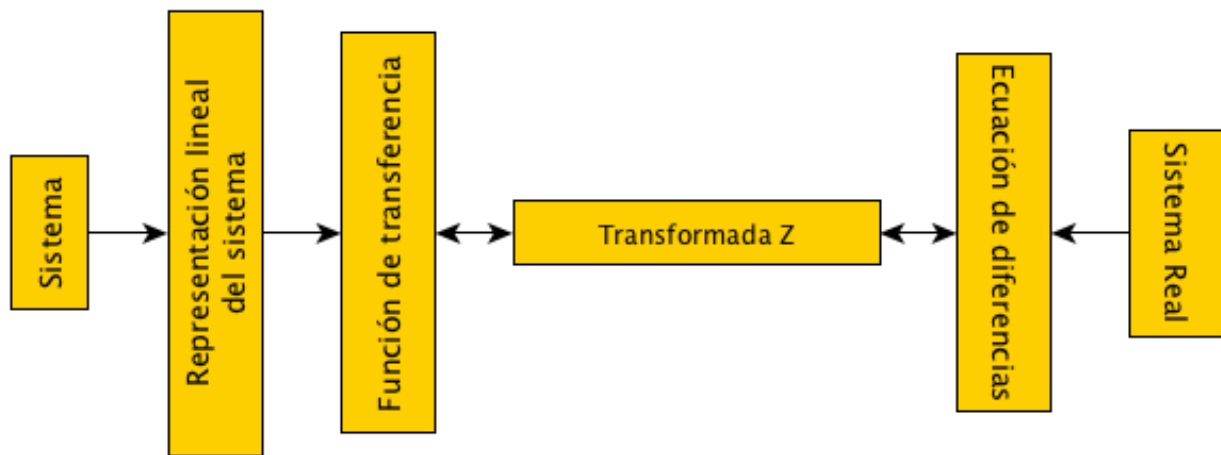


Figura 2: Flujo de representación matemática de un sistema

En la figura 2, se aprecia un sistema representado linealmente por una ecuación diferencial, mediante la transformada de Laplace. Utilizando la Transformada Z se obtiene el sistema discretizado para luego conseguir la ecuación de diferencia a programar.

Además, del sistema real se adquiere la información cada tiempo de muestreo para obtener la ecuación en diferencias. Después se obtiene la representación lineal del sistema. Entonces, se deduce la transformada Z, siendo una alternativa para llegar a la ecuación de diferencias de un sistema en tiempo continuo.

Como se mencionó anteriormente en este trabajo se pretende programar una ecuación de diferencias que represente a un sistema en funcionamiento y analice el comportamiento en tiempo real, desarrollando un algoritmo que mejore la destreza del programador y compare las respuestas del sistema teórico y real.

A continuación, se describe el algoritmo principal representado por flujogramas y seguido detallado cada paso:

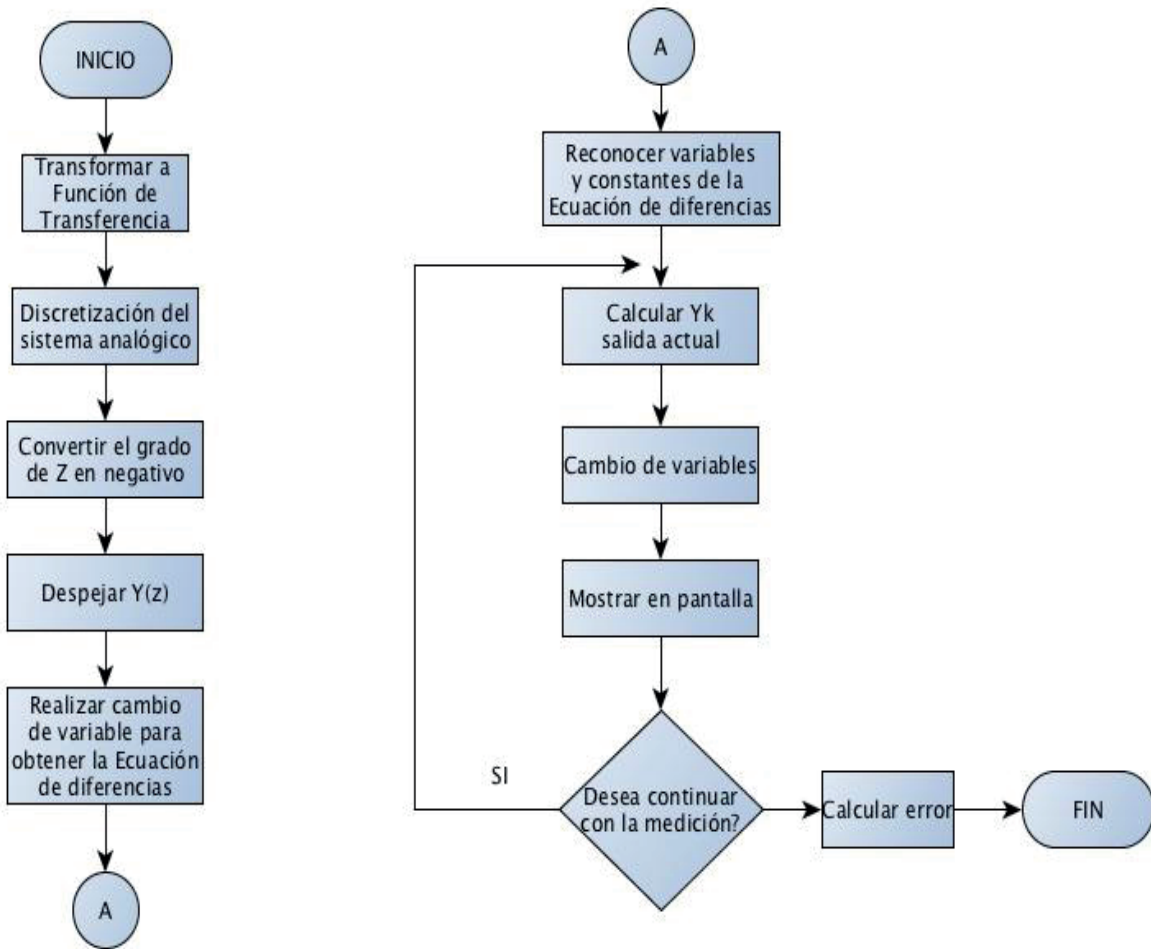


Figura 3. Flujograma propuesto

A continuación se detalla los paso del algoritmo correspondiente a la ecuación de diferencias indicado en la figura 3.

- Realizar los cambios de variables para obtener la ecuación de diferencias

El sistema discretizado en el dominio “z” se realiza el cambio de variable, por ejemplo:

$YZ^{-n}=Y_{k-n}$ $YUZ^{-n}=u_{k-n}$ y se obtiene ecuación 4, siendo la ecuación de diferencias a programar

- Reconocer variables y constantes de la Ecuación de diferencias

a_1, a_2, \dots, a_n y b_0, b_1, \dots, b_n como números constantes

Y_k salida actual calculada de ecuación 3

Y_{k-1} representa la salida calculada anterior, 1 tiempo atrás; $Y_{k-1}=Y_k$

Y_{k-2} representa la salida calculada hace 2 tiempo atrás; $Y_{k-2}=Y_{k-1}$

Y_{k-n} representa la salida calculada hace n tiempo atrás; $Y_{k-n}=Y_{k-n+1}$

u_k entrada, señal medida por el sensor del sistema real

u_{k-1} representa la medida anterior, 1 tiempo atrás; $u_{k-1}=u_k$

u_{k-2} representa la medida hace 2 tiempo atrás; $u_{k-2}=u_{k-1}$

u_{k-n} representa la medida hace n tiempo atrás; $u_{k-n}=u_{k-n+1}$

- Calcular , Y_k salida actual

- Cambio de valores

$$Y_{k-n}=Y_{k-n+1}$$

$$Y_{k-2}=Y_{k-1}$$

$$Y_{k-1}=Y_k$$

$$u_{k-n}=u_{k-n+1}$$

$$u_{k-2}=u_{k-1}$$

$$u_{k-1}=u_k$$

- Mostrar en pantalla Y_k

Pruebas y Resultados

Para esta sección se ha elegido un balancín con hélice, ver figura 4 como sistema de prueba.

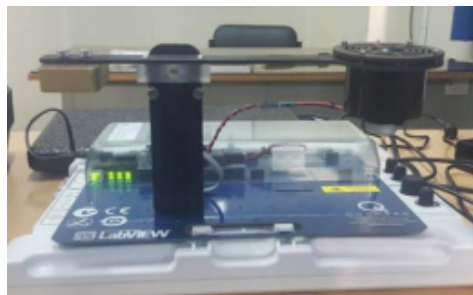


Figura 4: Balancín con hélice

Para obtener los resultados se aplicó la evaluación por un año, correspondiente a dos semestres de la materia de Diseño Mecatrónica I de la Carrera de Mecatrónica, el primer grupo corresponde al primer semestre, quienes utilizaron el método convencional para la programación usando conocimientos matemáticos, el grupo dos corresponde al segundo semestre, quienes utilizaron los conocimientos matemáticos y el algoritmo propuesto en el trabajo.

En la evaluación del proceso se observó que los alumnos del curso que programaban utilizando conocimientos matemáticos demoraron más tiempo en la elaboración del programa con la ecuación de diferencias. Los estudiantes involucrados con el algoritmo propuesto no presentaron dificultad en la elaboración del programa con una ecuación en diferencias.

De la misma manera, superaron las diferencias de conocimientos existentes y se ajustaron a la estrategia de programación con algoritmos, mientras que los alumnos del curso tradicional tuvieron dificultades en la construcción y refinamiento de los mismos.

Los resultados alcanzados para validar un sistema correspondiente al error, el grupo que uso el algoritmo demostró tener menor error que el grupo ordinario, esto debido a que el ahorro de tiempo en la programación llevo al primer grupo ir mejorando la ecuación de diferencias hasta obtener el menor error.

La evaluación propuesta a los estudiantes arrojó los resultados que se presentan en la Tabla 1. Los valores se expresan en porcentaje sobre la población del curso:

Tabla 1.

Resultados del Algoritmo

Evaluación	Tópico	Grupo 1			Grupo 2		
		Método tradicional			Uso del algoritmo planteado		
		Rendimiento			Rendimiento		
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Programación de la Ecuación en diferencias	Motivación	2	3	20	3	14	8
	Tiempo	19	5	1	8	12	5
	Correctitud – error	8	10	7	5	10	10
	Conocimientos previos	16	6	3	11	7	7
	Eficiencia	7	6	12	12	8	5
Aplicabilidad a los lenguajes de programación utilizados en la carrera de Mecatrónica	Motivación	3	5	17	13	7	5
	Tiempo	14	6	5	8	5	12
	Correctitud – error	7	10	8	9	7	9
	Conocimientos previos	9	7	9	8	12	5
	Eficiencia	8	11	6	13	7	5

Se puede apreciar en la Tabla 1, los resultados evaluados a 25 estudiantes de cada semestre, para las dos evaluaciones detalladas se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

1. Motivación para realizar el programa
2. Tiempo de demora en programar
3. Error adquirido para la validación de resultados del sistema
4. Conocimientos previos para resolver el problema
5. Eficiencia en lo códigos para realizar la respectiva sintaxis en la programación

Los números registran el mejoramiento no solo en la eficiencia de la programación, también en el cálculo de error para la validación de un sistema a estudiar correspondiente al área de automática de la carrera.

Conclusiones

Se comprobó que el modelo implementado en la planta y los algoritmos de programación son adecuados al sistema real, mediante las evaluaciones de la respuesta del sistema real.

La validación del sistema con el algoritmo implementado de acuerdo a la Tabla 1, permite reducir el error del sistema, sin embargo, no se consigue anularlo debido al ruido y perturbaciones en las señales, condiciones externas a la planta y la sensibilidad de los sensores.

Los estudiantes presentaron resistencia al uso del algoritmo, debido al escaso conocimiento en programación de las ecuaciones en diferencias y al procedimiento que conlleva cumplir una serie de pasos ordenados.

En un curso tradicional, los estudiantes tienen falencia al momento de realizar un algoritmo en lenguajes de programación diferentes, al contrario de los que utilizaron el algoritmo presentaron mayor adaptabilidad a programar en diferentes plataformas.

Bibliografía

- Alamo T. y Rodríguez, D. (2006). Secuencias y transformada en z. Recuperado el 15 de mayo de 2017 de http://www.control-class.com/Tema_3/Slides
- Ávila, M. C., Chourio, E. D., Carniel, L. C., & Vargas, Z. Á. (2007). El software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 7(2), 1-34.
- Duarte O. (2006). Análisis de sistemas dinámicos lineales. Colombia: Unibiblos.
- Fernández, F., Izquierdo, J., y Lima, S. (2000). Experiencias en la estructuración de clases de matemáticas empleando asistentes matemáticos y colección de tutoriales hipermediales. Recuperado el 10 de Marzo de 2017, de <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie2000/papers/106/>
- Karnopp, D. C., Margolis, D. L., & Rosenberg, R. C. (2012). *System dynamics: modeling, simulation, and control of mechatronic systems*. John Wiley & Sons.
- Martins, A., Fracchia, C. C., Allan, C., & Parra, S. (2010). Simulación y métodos numéricos en ciencia de la computación: uso de TICs. In *XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*.
- Miranda, C. (2012). Sistemas de control continuos y discretos. Editorial Paraninfo.
- Moroni, N., & Señas, P. (2005). Estrategias para la enseñanza de la programación. In I Jornadas de Educación en Informática y TICs en Argentina.
- Navarrete, G. (2003). *Introducción a las ecuaciones en diferencias* (tesis de pregrado). Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá, Colombia.
- Ogata, K. (2003). Ingeniería de control moderna. Pearson Educación.



2

MODELO MATEMÁTICO PARA SIMULACIÓN DEL VUELO DEL BÚMERAN BASADO EN AERODINÁMICA Y PRECESIÓN

MATHEMATICAL MODEL FOR SIMULATION OF THE BOOMERANG FLIGHT BASED ON AERODYNAMICS AND PRECESION

Jorge Benalcázar¹

¹Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

jrbenalcazar@utn.edu.ec

Resumen:

El objetivo de la presente investigación es esclarecer en forma gráfica y numérica los detalles de la forma del búmeran en lo referente a características geométricas y aerodinámicas de la pieza. Se opta por establecer un modelo matricial basado en álgebra vectorial.

Las anteriores características son necesarias para evaluar las fuerzas de sustentación y resistencia, así también el tensor de inercia y el torque aerodinámico, responsables de estabilidad de vuelo y la velocidad de precesión, es decir se esclarece el mecanismo de estabilidad de vuelo y el regreso.

Se procede a la construcción de varios prototipos cuyas características fundamentales fueron diseñadas y construidas bajo una matriz digital y medidas en el laboratorio. Estos datos completan el modelo matemático del vuelo al agregar el campo de velocidades, los ángulos de Euler y la ecuación dinámica de Euler, se obtienen fórmulas para: simular numéricamente las condiciones del lanzamiento, encontrar la trayectoria en tres dimensiones y finalmente compararla con la observación sobre el terreno, se extrae como resultado la forma más ideal.

Palabras claves: Aerodinámica, precesión, tensor inercia, búmeran.

Abstract

The objective of the present investigation is to clarify in graphical and numerical form the details of the shape of the búmeran in relation to geometric and aerodynamic characteristics of the piece. We chose to establish a matrix model based on vector algebra.

The above characteristics are necessary to evaluate the forces of support and resistance, as well as the inertia tensor and the aerodynamic torque, responsible for flight stability and precession speed, that is to say, clarifies the flight stability and return mechanism.

We proceed to the construction of several prototypes whose fundamental characteristics were designed and built under a digital matrix and measured in the laboratory.

These data complete the mathematical model to simulate the field of velocities and flight by adding the Euler angles and the Euler dynamic equation, we obtain the formulas to: numerically simulate the conditions of the launch, find a path in three dimensions and finally Comparing it with the observation on the ground, the most ideal form is obtained as a result.

Key words: Aerodynamics, precession, inertia tensor, boomerang.

Introducción

El fenómeno tiene semejanzas con el movimiento de las hélices de helicópteros y de generadores eólicos, por lo tanto ayuda a su entendimiento, dado que lleva rotación es natural asociarlo con los movimientos del giroscopio, esto es rotación y precesión. Es viable dentro de tics aplicadas al aprendizaje basado en problemas, tema que se abordará en una futura investigación debido al tamaño del tema.

La forma es casi planar, su silueta se hace visible en el plano promedio, se lo describe gráficamente en las figuras 1, 2 y 3.

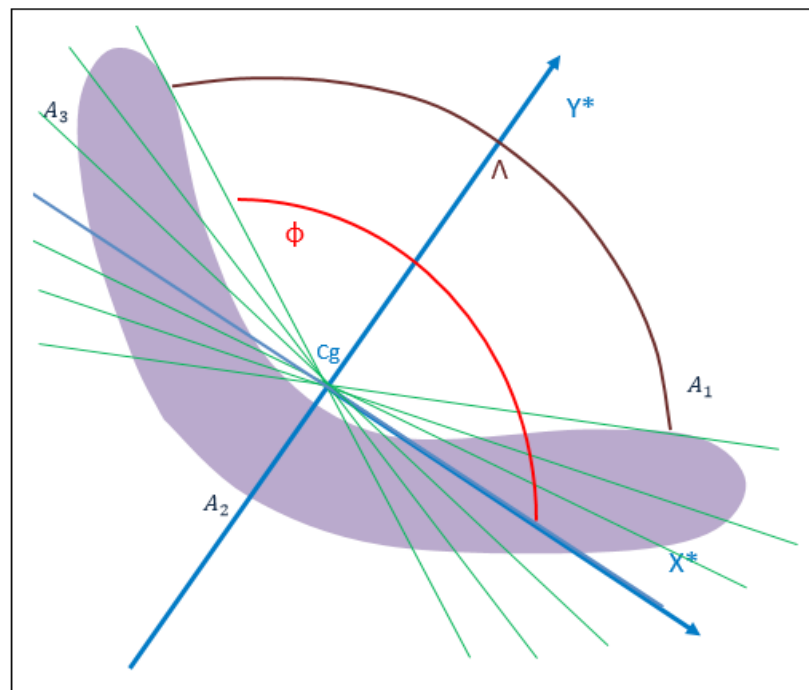


Figura No. 1.- Vista superior y algunos parámetros.

Para determinar con precisión las posiciones X e Y desde el centro de gravedad se establece un sistema de coordenadas polares rotatorio y ligado al bumerang con el polo a lo largo del “eje x*” como se indica en la figura 1 con flechas de color azul, y los vectores unitarios rotativos de las fórmulas 18, 19 y 20.

El ángulo de inclinación se representa en la vista lateral de las figuras 3 y 4, su perfil aerodinámico se ve en la figura 2, cada búmeran puede tener una forma propia.



Figura No. 2 Vista de la inclinación y perfil.

Debe notarse que la pieza en vuelo cambia su orientación por sí sola y el ángulo α se calculara en cada paso ya que depende también de ϕ y de la fase de rotación ψ en la que se encuentre el búmeran.

Se define algebraicamente la superficie, dividiéndola en 3 secciones para cada una de las cuales se asigna un vector de cosenos directores perpendicular a la misma como en la figura 3, sus coordenadas constituyen las filas de la matriz:

$$(1) \quad A = \begin{pmatrix} A_1 \cos \alpha_1 & A_1 \cos \beta_1 & A_1 \cos \gamma_1 \\ A_2 \cos \alpha_2 & A_2 \cos \beta_2 & A_2 \cos \gamma_2 \\ A_3 \cos \alpha_3 & A_3 \cos \beta_3 & A_3 \cos \gamma_3 \end{pmatrix},$$

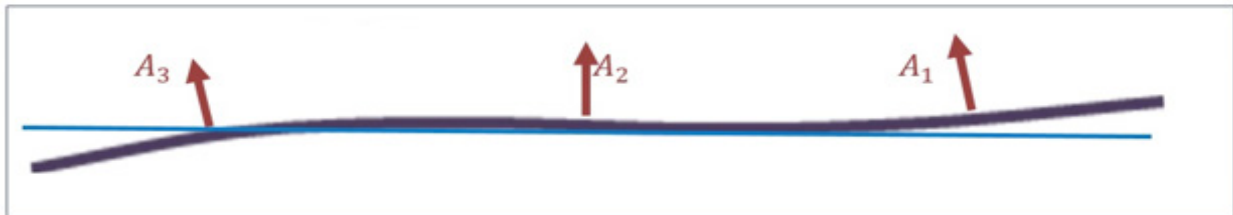


Figura No. 3.- vista lateral a lo largo de la “línea ecuatorial”.

El ángulo de incidencia α se estima desde la línea de corriente hasta la línea de sustentación nula (lsn) como se ilustra en la figura 4, cada vuelo tiene incidencia diferente por eso no siempre coincide con la inclinación que pueda tener la superficie del aspa en la figura 2.

Cuando varía α , también varía el centro de presión sobre el ala, de ahí que un ala recta por sí sola no es estable y las aeronaves necesitan de una superficie estabilizadora (Torenbeek & Wittenberg, Stability and control, 2009), en el búmeran el aspa estabiliza en algo al aspa y viceversa. Este ángulo debe ser pequeño ya que demasiada incidencia haría demasiado inestable el vuelo, al contrario poca incidencia no permitiría al búmeran sostenerse en el aire y no regresaría al sitio de partida.

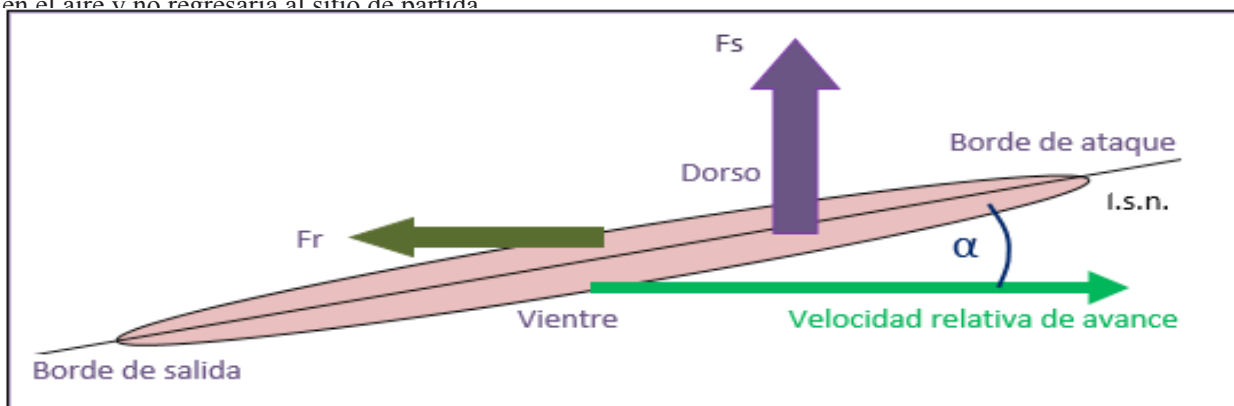


Figura No. 4.- Fuerzas sobre un perfil elíptico.

La fuerza sustentadora en un ala de área A_j como en la figura 4, que recibe una corriente de aire cuya densidad es ρ a velocidad V_{ij} obedece a la expresión:

$$(2s) \quad F_{sij} = \frac{1}{2} C_{sij} A_j \rho V_{ij}^2.$$

Mientras que la fuerza de resistencia al avance es:

$$(2r) \quad F_{rij} = \frac{1}{2} C_{rij} A_j \rho V_{ij}^2. \quad (\text{Krasnov N. F., 1989})$$

El búmeran es una hélice autónoma que gira por inercia mientras avanza “surfeando en el aire”, diremos de forma sencilla que el búmeran es “un trompo volador”.

Debido a la rotación del búmeran en cada sector el viento relativo es diferente, en el lado derecho las velocidades se suman mientras que en el izquierdo se restan, la diferencia de fuerzas de sustentación sobre cada elemento genera un torque casi tangente a la velocidad de traslación como se ilustra en la figura 5.

En el trompo la precesión es consecuencia del torque provocado por el peso:

$$(3) \quad \phi = \frac{mgh}{J|\omega|},$$

φ.- velocidad de precesión alrededor del eje vertical Z (ωz fórmula 23),

m.- Masa del trompo, h.- posición del centro de gravedad sobre el piso, J.- Momento de inercia principal del trompo y ω.- velocidad de rotación del trompo (ψ formula 23).

(Moore, Conservación de momentun angular, 2005) (Irodov, Ley de conservación del momento de impulsión, 1981)

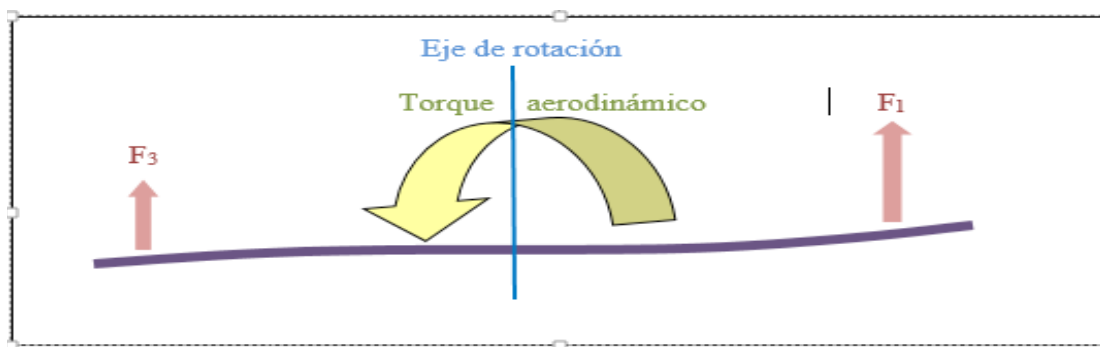


Figura No. 5.- Aparición del torque aerodinámico transversal.

Esta configuración geométrica obedece a una rotación ωz contra las manecillas del reloj, el ángulo de incidencia es positivo, las fuerzas de sustentación apuntan hacia arriba (lanzador diestro) e igualan al peso.

Debido al carácter vectorial del campo de velocidades y a la apertura Λ la velocidad relativa de incidencia no siempre es perpendicular al borde del perfil aerodinámico por eso los coeficientes C_s, C_r dependen de ε y ψ, y se deben buscar como funciones del ángulo polar φ, ángulo de incidencia α_i y ángulos ψ y ε es decir: $C_s = C_s(\phi, \alpha_i, \psi, \epsilon)$ y $C_r = C_r(\phi, \alpha_i, \psi, \epsilon)$. El torque altera el eje de rotación así que para la siguiente vuelta los ángulos ya serán diferentes y los coeficientes deben ser nuevamente calculados. El Búmeran tiene un vuelo estabilizado por su forma angulada y principalmente por la rotacional alrededor de un eje imaginario perpendicular al plano de la pieza el mismo que pasa por su centro de gravedad.

Método

Mediante desarrollo algebraico se establece una expresión para cada ente matemático que interviene, los subíndices j=1,2,3 se asignan a las partes del búmeran mientras que i= 1,2,3 ... se asignan a cada instante de evolución del movimiento.

El ángulo α_{ij} debe calcularse para cada elemento de superficie \vec{A}_{ij} como el complemento del ángulo entre los vectores: \vec{A}_{ij} y velocidad del mismo \vec{V}_{ij} , usando el producto escalar tenemos:

$$(4) \quad \begin{pmatrix} \alpha_{i1} \\ \alpha_{i2} \\ \alpha_{i3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 90 \\ 90 \\ 90 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} Ar \cos\left(\frac{\vec{A}_{i1} * \vec{V}_{i1}}{A_{i1} V_{i1}}\right) \\ Ar \cos\left(\frac{\vec{A}_{i2} * \vec{V}_{i2}}{A_{i1} V_{i2}}\right) \\ Ar \cos\left(\frac{\vec{A}_{i1} * \vec{V}_{i3}}{A_{i1} V_{i3}}\right) \end{pmatrix}$$

Con el ángulo α_{ij} pueden calcularse los coeficientes aerodinámicos C_{sij} y C_{rij} como sigue:

$$(5) \quad C_{sij} = 2\pi\alpha_{ij} \quad (\text{Krasnov N.F., 1989})$$

$$(6) \quad C_{rij} = C_{roij} + \pi\lambda\alpha_{ij}^2 \quad (\text{Daily \& Harleman, 1969})$$

Entre el borde de ataque y la velocidad relativa de incidencia el hay un ángulo de resbalamiento ϵ_{ij} que puede calcularse con:

$$(7) \quad \text{Sen } \epsilon_{ij} = \left(\frac{\Omega R}{U}\right) \text{Cos}(\psi_1 + \phi_j)$$

La dependencia que guardan C_s , C_R y el ángulo ϵ obedece a:

$$(8s) \quad C_s = C_{so} \text{Cos } \epsilon$$

$$(9) \quad C_R = C_{RO} \text{Cos } \epsilon \quad (\text{Krasnov N. F., 1989})$$

La velocidad tangencial del elemento de superficie respecto a \vec{e}_s es:

$$(10) \quad \vec{V}_{ij} = -|\vec{\omega}_1 \times \vec{r}_j| = \begin{vmatrix} \vec{e}_x^* & \vec{e}_y^* & \vec{e}_z^* \\ \omega_x^* & \omega_y^* & \omega_z^* \\ r_{xj} & r_{yj} & r_{zj} \end{vmatrix}, \quad (\text{Butenin \& Fufayey, 2000})$$

Gráficamente el campo de velocidades para un observador ubicado en Φ tiene el aspecto:

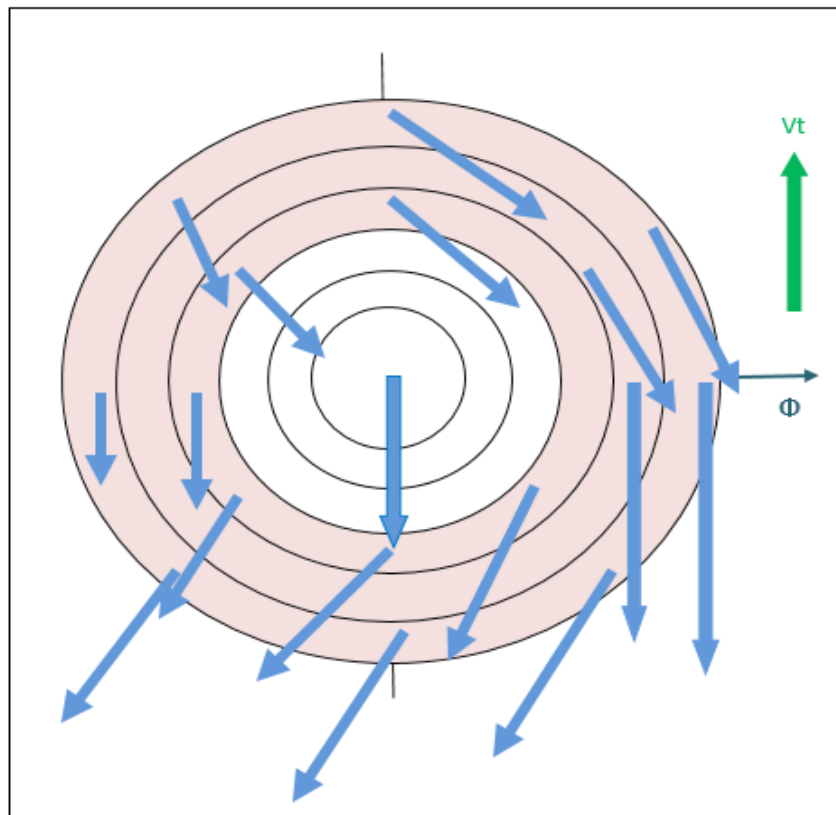


Figura No. 6.- Campo de velocidades relativas.

El búmeran debido a su forma angulada ocupa únicamente la parte rosada, para el movimiento relativo la velocidad del aspa se calcula con:

$$(11) \vec{V}_{ij} = \vec{V}_i + [\vec{\omega}_i \times \vec{r}_{ij}] \quad , \quad (\text{Irodov, Transformación de velocidad y aceleración al pasar de un sistema a otro, 1990})$$

Con las limitaciones de la fuerza humana estimamos una velocidad de lanzamiento $V = 20 \frac{m}{s}$ y $\omega \cong 18 \frac{rad}{seg}$, que nos dan un radio de 0.9 m al interior del cual la velocidad de traslación será mayor que la obtenida con (8) es decir que no hay inversión de velocidad relativa. Las fórmulas son válidas para bumeranes no mayores que 0,9m.

La fuerza ejercida por el aire sobre cada aspa j la podemos expresar como el producto de la matriz A de (1) por un vector columna dependiente de $(\phi + \psi)$ así:

$$(12) \quad \begin{pmatrix} f_{xj} \\ f_{yj} \\ f_{zj} \end{pmatrix} = \begin{cases} \sum_{j=1}^3 \frac{1}{2} (C_{roij} + \pi \lambda \alpha_{ij}^2) A_j \rho V_{ij}^2 \cos(\phi_j + \psi_i) \\ \sum_{j=1}^3 \frac{1}{2} (C_{roij} + \pi \lambda \alpha_{ij}^2) A_j \rho V_{ij}^2 \text{sen}(\phi_j + \psi_i) \\ \sum_{j=1}^m \frac{1}{2} (2\pi \alpha_{ij}) A_j \rho V_{ij}^2 \end{cases}$$

para el torque o momento de fuerza tenemos finalmente la conocida expresión vectorial:

$$(13) \quad \vec{M} = \sum_{j=1}^m \begin{pmatrix} \vec{e}_x & \vec{e}_y & \vec{e}_z \\ x_j & y_j & z_j \\ f_{xj} & f_{yj} & f_{zj} \end{pmatrix}, \quad M \text{ se calcula en el sistema móvil}$$

En el aire el búmeran tiene tres ejes de rotación así que debe explicarse con el “tensor de inercia”:

$$(14) \quad J = \begin{pmatrix} J_{xx} & -J_{xy} & -J_{xz} \\ -J_{yx} & J_{yy} & -J_{yz} \\ -J_{zx} & -J_{zy} & J_{zz} \end{pmatrix}, \quad (\text{Johnson, 1994})$$

El impulso angular respecto a un eje coaxial representado por el vector unitario \vec{e}_μ = como sigue:

$$(15) \quad \vec{I}_\mu = (\text{Cos}\alpha, \text{Cos}\beta, \text{Cos}\gamma) \begin{pmatrix} J_{xx} & -J_{xy} & -J_{xz} \\ -J_{yx} & J_{yy} & -J_{yz} \\ -J_{zx} & -J_{zy} & J_{zz} \end{pmatrix}$$

(Moore, Conservación de momentun angular, 2005)

El búmeran real no es un sólido de revolución por lo que no tiene simetría respecto a ninguna línea del plano XY y su tensor de inercia reducido a un sistema rectangular que pase por el centro de gravedad y con los ejes coincidentes con los momentos de inercia principales, será:

$$J = \begin{pmatrix} J_{xx} & -J_{xy} & -J_{xz} \\ -J_{yx} & J_{yy} & -J_{yz} \\ -J_{zx} & -J_{zy} & J_{zz} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} J = \sum_i R_{yzi}^2 m_i & 0 & 0 \\ 0 & \sum_i R_{yzi}^2 m_i & 0 \\ 0 & 0 & \sum_i R_{yzi}^2 m_i \end{pmatrix} \quad (16) \quad (\text{Landu \& Lifshitz, 1988})$$

Un adecuado estudio del giroscopio solo puede efectuarse con ayuda de los ángulos de Euler que se describe a continuación en la figura:

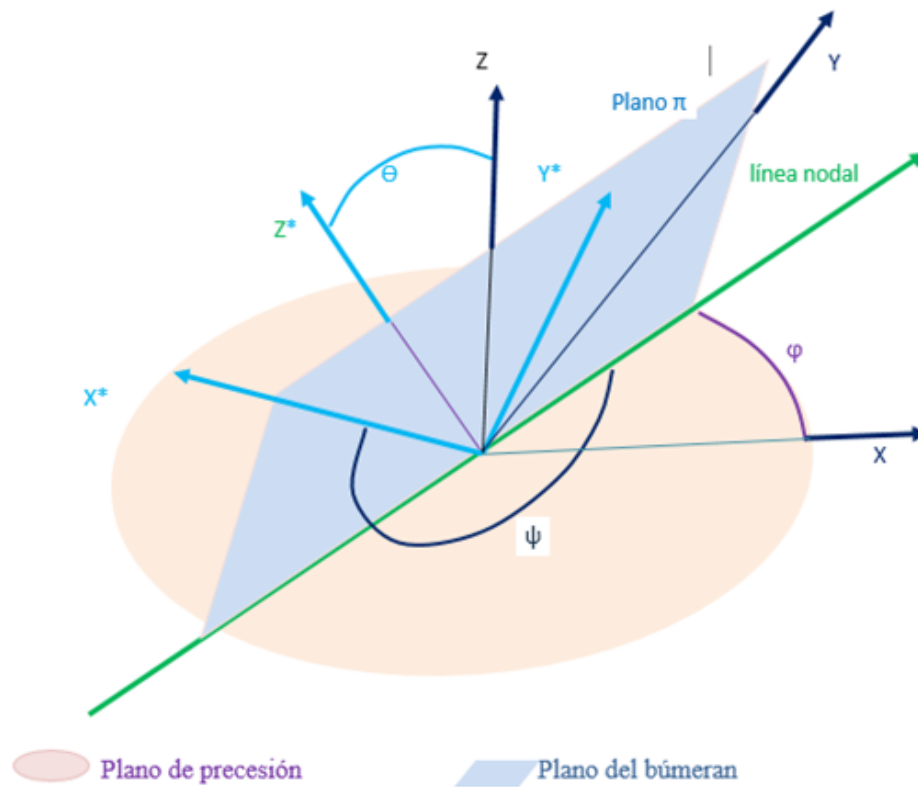


Figura No. 7.- Ángulos de Euler.

El eje nodal N pertenece a los dos planos, no necesariamente coincide con el eje móvil x^* y rota con velocidad angular alrededor del eje de precesión fijo.

Alrededor del eje nodal se produce el movimiento de nutación con velocidad $\dot{\psi}$, respecto al eje z^* gira con velocidad angular $\dot{\phi}$, el ángulo ψ se mide desde la Línea nodal hasta el eje móvil x^* sobre el plano inclinado π (plano del búmeran).

Para las componentes del vector rotación tenemos:

$$(17) \quad \begin{cases} \omega_x^* = \dot{\phi} \text{Sen}\theta \text{Sen}\psi + \dot{\psi} \text{Cos}\psi \\ \omega_y^* = \dot{\phi} \text{Sen}\theta \text{Cos}\psi + \dot{\psi} \text{Sen}\psi \\ \omega_z^* = \dot{\phi} \text{Cos}\theta + \dot{\psi} \end{cases}$$

Los ejes x^*, y^*, z^* los definiremos mediante vectores columna:

$$(18) \quad \vec{e}_x^* = \begin{pmatrix} -\text{Cos}\psi \cos \varphi + \text{Cos}\theta \text{Sen}\varphi \text{Sen}\psi \\ -\text{Cos}\psi \text{Sen}\varphi + \text{Cos}\theta \text{Cos}\varphi \text{Sen}\psi \\ -\text{Sen}\theta \text{Sen}\psi \end{pmatrix}$$

$$(19) \quad \vec{e}_y^* = \begin{pmatrix} -\text{Sen}\psi \cos \varphi + \text{Cos}\psi \text{Cos}\varphi \text{Sen}\varphi \\ -\text{Sen}\psi \text{Sen}\varphi + \text{Cos}\psi \text{Cos}\varphi \text{Cos}\varphi \\ -\text{Sen}\theta \text{Cos}\psi \end{pmatrix}$$

$$(20) \quad \vec{e}_z^* = \begin{pmatrix} -\text{Sen}\theta \text{Sen}\varphi \\ \text{Sen}\varphi \text{Cos}\theta \\ \text{Cos}\theta \end{pmatrix}, \quad (\text{Nikitin}, 1990)$$

Estos ejes giran junto con el búmeran por lo que el sistema $\mathbf{x}^*, \mathbf{y}^*, \mathbf{z}^*$ que no es inercial y se hace necesaria una matriz de paso del sistema XYZ al sistema móvil.

$$P = \begin{pmatrix} -\text{Cos}\psi \cos \varphi + \text{Cos}\theta \text{Sen}\varphi \text{Sen}\psi \\ -\text{Cos}\psi \text{Sen}\varphi + \text{Cos}\theta \text{Cos}\varphi \text{Sen}\psi \\ -\text{Sen}\theta \text{Sen} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -\text{Sen}\psi \cos \varphi + \text{Cos}\psi \text{Cos}\varphi \text{Sen}\varphi \\ -\text{Sen}\psi \text{Sen}\varphi + \text{Cos}\psi \text{Cos}\varphi \text{Sen}\varphi \\ -\text{Sen}\theta \text{Cos}\psi \end{pmatrix}$$

El paso del sistema $\mathbf{x}^*, \mathbf{y}^*, \mathbf{z}^*$ al sistema original XYZ se efectúa con la matriz inversa .

A los ángulos de Euler, les son complementarias las ecuaciones dinámicas de Euler:

$$(22) \quad \left\{ \begin{array}{l} J_x \frac{d\omega_x^*}{dt} + (J_z - J_y) \omega_y^* \omega_z^* = M_x \\ J_y \frac{d\omega_y^*}{dt} + (J_x - J_z) \omega_x^* \omega_z^* = M_y \\ J_z \frac{d\omega_z^*}{dt} + (J_z - J_x) \omega_x^* \omega_y^* = M_z \end{array} \right\}, \quad (\text{Nikitin, 1990})$$

donde M_x, M_y, M_z son los torques en el sistema ligado $\mathbf{x}^*\mathbf{y}^*\mathbf{z}^*$ de la fórmula 13.

Este sistema de ecuaciones diferenciales da como resultado las velocidades de rotación, es útil el sistema (17) en la forma:

$$23 \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta\omega_x^* = \left\{ \frac{M_x}{J_x} \right\} \Delta t + \left(\frac{J_y - J_z}{J_x} \right) \omega_y^* \omega_z^* \Delta t \\ \Delta\omega_y^* = \left\{ \frac{M_y}{J_y} \right\} \Delta t + \left(\frac{J_z - J_x}{J_y} \right) \omega_x^* \omega_z^* \Delta t \\ \Delta\omega_z^* = \left\{ \frac{M_z}{J_z} \right\} \Delta t + \left(\frac{J_x - J_y}{J_z} \right) \omega_x^* \omega_y^* \Delta t \end{array} \right\}$$

Teniendo en cuenta que i crece acorde a la evolución del movimiento y considerando el torque de (13) podemos evaluar la nueva velocidad en el siguiente instante:

$$(24) \quad \left\{ \begin{array}{l} \omega_{xi+1}^* = \omega_{xi}^* + \left(\frac{J_y - J_z}{J_x} \right) \omega_{yi}^* \omega_{zi}^* \Delta t + \frac{\Delta t}{J_x} \sum_{j=1}^m \left| \begin{array}{l} y_j \ z_j \\ f_{yj} \ f_{zj} \end{array} \right| \\ \omega_{yi+1}^* = \omega_{yi}^* + \left(\frac{J_z - J_x}{J_y} \right) \omega_{xi}^* \omega_{zi}^* \Delta t - \frac{\Delta t}{J_y} \sum_{j=1}^m \left| \begin{array}{l} x_j \ z_j \\ f_{xj} \ f_{zj} \end{array} \right| \\ \omega_{zi+1}^* = \omega_{zi}^* + \left(\frac{J_x - J_y}{J_z} \right) \omega_{xi}^* \omega_{yi}^* \Delta t + \frac{\Delta t}{J_z} \sum_{j=1}^m \left| \begin{array}{l} x_j \ y_j \\ f_{xj} \ f_{yj} \end{array} \right| \end{array} \right\}$$

Para establecer una trayectoria definida es necesario el vector desplazamiento en un sistema XYZ ligado a tierra:

$$(25) \quad \left\{ \begin{array}{l} X(\tau) = X_o + V_{ox} \tau + \int_0^\tau \left(\frac{F_{sx} + F_{rx}}{m} \right) t dt \\ Y(\tau) = Y_o + V_{oy} \tau + \int_0^\tau \left(\frac{F_{sy} + F_{ry}}{m} \right) t dt \\ Z(\tau) = Z_o + V_{oz} \tau + \int_0^\tau \left(\frac{F_{sz} + F_{rz}}{m} \right) t dt \end{array} \right\}$$

Solamente la coordenada Z depende de la gravedad g , esto que nos permite conocer el comportamiento del búmeran en ausencia de gravedad, si ponemos $g=0$ en la expresión para Z, ésta toma la misma forma que X e Y, es decir que funcionaría en ausencia de gravedad ya que depende solo de características aerodinámicas y no funcionaría sin atmósfera.

$$(26) \quad \vec{F}_r^* = \sum_1^n \frac{pc_r A_j V_j^{*2}}{2} \vec{\mu}_{vx}^* + \sum_1^n \frac{pc_r A_j V_j^{*2}}{2} \vec{\mu}_{vy}^* + \sum_1^n \frac{pc_r A_j V_j^{*2}}{2} \vec{\mu}_{vz}^*$$

$$(27) \quad \vec{F}_s^* = \sum_1^n \frac{pc_s A_j V_j^{*2}}{2} \vec{e}_x^* + \sum_1^n \frac{pc_s A_j V_j^{*2}}{2} \vec{e}_y^* + \sum_1^n \frac{pc_s A_j V_j^{*2}}{2} \vec{e}_z^*$$

$$(28) \quad \vec{F}_s^* = \vec{F}_{si}^* + \vec{F}_{ri}^*$$

Debe transformarse al sistema XYZ con la matriz , obtenemos el siguiente punto de la trayectoria:

Las velocidades angular y lineal disminuyen en forma exponencial de acuerdo a:

$$(29) \quad \vec{P}_\tau = \begin{pmatrix} X_{i+1} \\ Y_{i+1} \\ Z_{i+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_i + V_{xi} \Delta t_i + \frac{F_{xi}}{2} \frac{\Delta t_j^2}{m} \\ Y_i + V_{yi} \Delta t_i + \frac{F_{yi}}{2} \frac{\Delta t_j^2}{m} \\ X_i + V_{zi} \Delta t_i + \frac{F_{zi}}{2} \frac{\Delta t_j^2}{m} \end{pmatrix}$$

$$(30) \quad \omega = \omega_o e^{\beta t}, \quad \omega_o. - \text{velocidad angular inicial (Benalcazar, 2002)}$$

$$(31) \quad V = V_o e^{-\alpha t}, \quad V_o. - \text{velocidad lineal inicial, en forma vectorial:}$$

$$(32) \quad \begin{pmatrix} V_{xi+1} \\ V_{yi+1} \\ V_{zi+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_{xi} + a_{xi} \Delta t \\ V_{yi} + a_{yi} \Delta t \\ V_{zi} + a_{zi} \Delta t \end{pmatrix}$$

Establecemos la energía total como verificador de la evolución del movimiento,

$$(33) \quad E_i = \frac{1}{2} m V_i^2 + \frac{1}{2} \vec{\omega}_i \vec{J} \vec{\omega}_i + mgh_i - \Delta E_i, \quad (\text{Moore, Energía Rotacional, 2005})$$

Resultados: La fórmulas: (1), (16), (24), (29), (32) y (33) constituyen expresiones listas para ser programadas durante la evaluación numérica, los programas se presentan en una siguiente publicación debido al escaso espacio asignado.

Existe una forma privilegiada para la que hay mayor probabilidad de regreso, sus medidas obtenidas se la registró en una tabla de no anexa a la presente investigación. La mencionada forma se describe mediante el grafico No. 8.

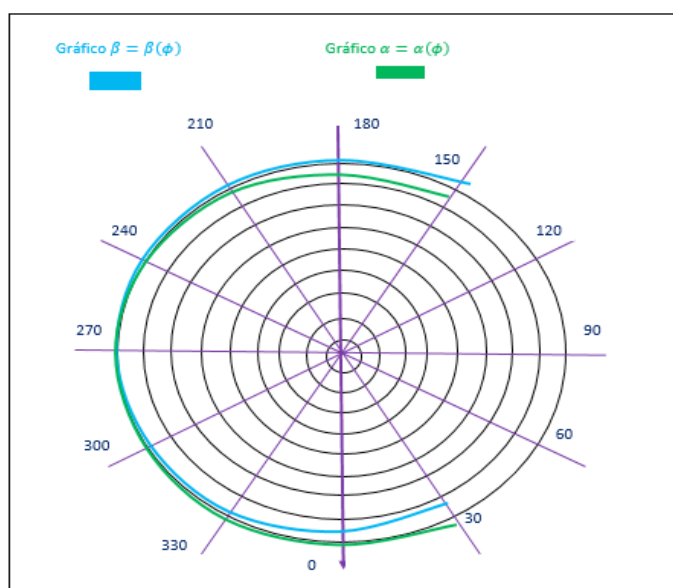


Figura No. 8.- Ángulos directores de A_{ij} en función del ángulo ϕ .

J_x, J_y, J_z fueron calculados numéricamente y comprobados en el laboratorio de física obteniéndose los siguientes valores en unidades S.I.:

Búmeran No.	M(g)	$J_x(K_g m^2)$	$J_y(K_g m^2)$	$J_z(K_g m^2)$
B1	72,0	0,0008	0,002	0,003
B2	73, 1	0,0008	0,0008	0,007
B3	111,9	0,0053	0,01	0,016

La importancia del sentido de giro se revela en el siguiente cuadro:

Lanzador	Dorso	Giro	Resultado
Diestro	Arriba	Horario	Posible regreso
Diestro	Abajo	Horario	Se precipita
Zurdo	arriba	Antihorario	Se precipita
Zurdo	Abajo	Antihorario	Posible regreso

Conclusiones:

El vuelo es estabilizado por su forma angulada, una aspa estabiliza a la otra.

La concurrencia entre la inercia rotacional y el torque aerodinámico marcan la prescesión y duración del vuelo.

Se aclara que la trayectoria no depende de la gravedad terrestre.

El perfil debe ser redondeado en el borde de ataque al igual que en el borde de salida, se sugiere simetría de elíptica para el perfil como el de las figuras 2, 3 y 4.

Es completamente factible su construcción a nivel artesanal y con materiales del medio.

Discusión

La presente investigación es la base para otras futuras referentes al comportamiento de hélices para diferentes aplicaciones.

Debe considerarse la posibilidad de introducirlo en el medio como instrumento de distracción, recreación y deporte no tradicional válido pada aprendizaje basado en problemas.

Bibliografía

- Benalcázar, J. R., & Benalcázar, M. A. (2002). En *El juego del trompo en Cotacachi* (págs. 147-149). Cotacachi: Graficolor.
- Butenin, N. A., & Fufayev, N. A. (2000). En *INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA ANALÍTICA* (págs. 126-155). Moscú: Nauka.
- Daily, J. W., & Harleman, D. R. (1969). Cuerpos Inmersos. Arrastre y sustentación. En *Dinámica de los fluidos* (págs. 421-460). México: F. Trillas, S.A.
- Introducción a la energía. (2005). In T. A. Moore, *Física seis ideas fundamentales* (pp. 108-120). Mexico, Bogota, Buenos Aires...: Mc Graw Hill.
- Irodov, I. E. (1981). Ley de conservación del momento de impulsión. En *Leyes fundamentales de la mecánica* (págs. 151-193). Moscú : Mir.

- Irodov, I. E. (1990). Transformación de velocidad y aceleración al pasar de un sistema a otro. En *Leyes fundamentales de mecánica* (págs. 20-29). Moscú: Mir.
- Johnson, W. (1994). Equations of motion. En *Helicopter Theory* (págs. 822-827). New York: Dover Publications, Inc.
- Krasnov, N. F. (1989). Generalidades de Aerodinámica. En *Aerodinámica en preguntas y problemas* (págs. 14-42). Moscú: Mir.
- Krasnov, N. F. (1989). Un perfil y un ala de envergadura finita en el flujo de un fluido incompresible. En *Aerodinámica en preguntas y problemas* (págs. 165-175). Moscú : Mir.
- Landau, L. D., & Lifshitz, E. M. (1988). Movimiento del sólido rígido. En *Física teórica tomo 1 Mecánica* (págs. 126-158). Moscú: Mir.
- Moore, T. A. (2005). Conservación de momentun angular. In *Física seis ideas fundamentales* (pp. 268-274). México, Bogotá, Buenos Aires,...: Mc Graw Hill.
- Moore, T. A. (2005). Energía Rotacional. En *Física seis ideas fundamentales* (págs. 164-178). México, Bogotá, Buenos aires,...: Mc Graw Hill.
- Moore, T. A. (2005). Partículas y sistemas. In *Física seis principios fundamentales* (pp. 68-81). México, Bogotá, Buenos Aires: Mc Graw Hill.
- Nikitin, N. N. (1990). Sección 3, capítulo 8. Dinámica del sólido rígido con un punto fijo. En *CURSO DE MECANICA TEORICA* (págs. 489-520). Moscú : Buishaya shkola.
- Serway, J., Soutas, L., & Inmant, B. (2010). Capitulo 15. En *Fisica e Ingenieria Mecanica* (págs. 455-475). Australia, Brasil,Corea,...: Cengage.
- Torenbeek, E., & Witenberg, H. (2009). Stablty and control. En *Flight Phisics* (págs. 327-395). London, New York: Springer.
- Torenbeek, E., & Wittenberg, H. (2009). Stability and control. En *Flight Phisics* (págs. 327-395). London, New York: Springer.
- wikipedia*. (s.f.).
- wikipedia*. (s.f.).



| 3

MODELADO MATEMÁTICO DE LA ATENCIÓN DE EMERGENCIAS DE SALUD EN LA CIUDAD DE IBARRA

MATHEMATICAL MODELLING OF HEALTH EMERGENCY CARE IN THE CITY OF IBARRA.

Jaime Alvarado¹

Edgar Lema¹

Jennifer Salazar¹

¹ Universidad Técnica del Norte, Ibarra – Ecuador

jgalvarado@utn.edu.ec

RESUMEN

El modelado matemático de las emergencias de salud en las grandes ciudades y sectores urbanos es un tema de interés social. Particularmente, en la ciudad de Ibarra se realizó un análisis de los incidentes de salud atendidos por el Sistema Integrado ECU 911 en el 2015, el mismo que no cuenta con un modelado matemático que pueda predecir la ocurrencia de los incidentes para cada una de las estaciones durante todo el año, con la finalidad de poder destinar y optimizar los recursos materiales y humanos para la atención de las emergencias, siendo este el objetivo de la presente investigación.

Para generar el modelamiento matemático se utilizó la metodología analítica- sintética, por lo que fue necesario localizar las estaciones, los incidentes reportados y la asignación de los recursos (ambulancias), mediante el software ARCGIS en el mapa geográfico de la ciudad, lo que nos permitió realizar una minería de datos para su depuración y su posterior tratamiento holístico e integral. Como resultados de la investigación y considerando que los incidentes de atención de emergencias responden a una variable discreta y aleatoria, se optó por modelar siguiendo una distribución de Poisson, obteniéndose las ecuaciones de probabilidades de distribución de los incidentes para cada una de las 7 estaciones; además se verificó la bondad del ajuste obteniéndose resultados muy satisfactorios. Los conceptos y metodología aplicada, los resultados cartográficos y el modelamiento matemático obtenido, se constituyen como pasos preliminares a la gestión y planificación del sistema integrado y a la proyección de futuras investigaciones para mejorar la atención de las emergencias de salud en la ciudad de Ibarra.

Palabras claves: emergencias, mapas temáticos, recursos, estaciones, modelado.

ABSTRACT

Mathematical Modelling for health emergencies in big cities and urban areas has become a matter of social importance. Particularly in Ibarra city, an analysis of health problems attended by ECU 911 was conducted because it does not have a Mathematical Modelling to predict incidents taking place in each season of the year, in order to allocate and optimize material and human resources for emergency response, therefore, it was the main objective of this study. To generate the Mathematical Modelling, an analytical-synthetic methodology was used because it was necessary to locate stations, reported incidents and resource allocation (ambulances) using ARCGIS software on the geographic map of the city, it permitted a data mining for clearing and its subsequent and integral treatment. As a result of this research and considering that the assisted emergencies respond to a discrete and random variable, "Poisson" distribution was chosen, getting probability equations of the distribution of incidents for each one of the seven stations, in addition, goodness of fit was verified, getting very satisfactory results. The concepts and methodology applied, cartographic results and the achieved mathematical modelling constitute preliminary steps for planning and management of the integrated system and the further investigations to improve emergency health care in Ibarra city.

Keywords: Emergencies, maps, resources, stations, modelling.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en las grandes ciudades se registran esfuerzos significativos para la implementación de Sistemas de Servicios de atención de Emergencias Médicas que aseguren una operación integrada de centrales de regulación con las redes hospitalarias y los servicios comunitarios, siendo su objetivo principal proporcionar asistencia adecuada a las emergencias médicas; definiéndose como emergencia médica aquella situación que afecta o pone en peligro la salud o la vida de una o de muchas personas (Morales, 2001).

En la ciudad de Ibarra, el gobierno nacional ha implementado el Sistema Integrado de Seguridad (SIS) ECU 911 con el fin de dar una rápida y oportuna respuesta a las situaciones de emergencia. El ECU 911 es un servicio de repuesta inmediata e integral a una determinada emergencia, que coordina la atención de los organismos de respuesta articulados en la institución para casos de accidentes, desastres y emergencias, movilizandoo recursos disponibles que brinden una atención rápida y oportuna a la ciudadanía. Particularmente, las emergencias de salud son atendidas mediante la asignación y despacho de recursos (ambulancias) desde las diferentes estaciones ya sean de salud o de bomberos. Para iniciar el proceso de atención de emergencias se debe comunicar a la línea de atención 911 (<http://www.ecu911.gob.ec>).

Actualmente, se está empleando, en todo el mundo y en casi todas las ramas de la ciencia y la tecnología, los sistemas de información geográfica (SIG), un SIG es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas, la información geográficamente referenciada con el fin de solucionar dificultades complejas relacionadas con los procesos de planificación y gestión (Santovenia, Tarragó y Cañado, 2009).

En este artículo se presenta el modelado matemático de las emergencias de salud ocurridas en la ciudad de Ibarra en el año 2015. Para realizar esta investigación se contó con la Base de datos de incidentes de emergencias registrados por el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 de la ciudad de Ibarra, en el período 2015, con el Mapa catastral de la ciudad de Ibarra, en cartografía digital y con el Sistema de Información Geográfica.

El principal objetivo de la investigación fue el de efectuar predicciones basándose en ecuaciones matemáticas, que permitan predecir el número de incidentes que pueden ocurrir en cada estación en cualquier día del año.

El desarrollo de la presente investigación se organizó como sigue: En la sección II, se describió el método propuesto. En la sección III, se obtuvieron los resultados. Finalmente en la sección IV se indicaron las conclusiones.

MÉTODO

En este trabajo, se presenta una metodología para modelar la probabilidad de ocurrencia de una emergencia de salud. En el diagrama de bloques de la Fig. 1, se presenta las etapas propuestas.



Figura 1. Diagrama de bloque de la metodología propuesta.

Base de datos

Se analizó una matriz de registros de emergencias de salud proporcionadas por el ECU 911 de la ciudad de Ibarra del año 2015, en el que se tiene en lo más relevante la fecha del incidente, las coordenadas geográficas, el tiempo que se demora en ser atendida la emergencia y el recurso que participó en la misma.

Pre-procesado

Para el procesamiento inicial de la información se utilizó el Sistema de Información Geográfica GIS y el Mapa catastral de la ciudad de Ibarra, para lo cual se georeferenciaron las estaciones y los incidentes (emergencias) de salud en el mapa catastral, lo cual nos permitió realizar una primera depuración de datos, desechándose los incidentes que estuvieron fuera de la ciudad.

Posteriormente se realizó una segunda depuración de datos, para lo cual se calcularon las distancias recorridas por los recursos desde cada estación hasta cada uno de los incidentes; estas distancias recorridas se las consideró en línea recta, o distancia euclidiana, las mismas que surgen ante la consideración de un espacio ideal a partir del cual no existen limitaciones para transitar en cualquier sentido y se las obtiene aplicando la siguiente fórmula (Buzai, 2011) :

$$d = \sqrt{(x_e - x_1)^2 + (y_e - y_1)^2},$$

donde d es la distancia entre la estación y el incidente, (X_e, Y_e) es la coordenada de la estación y (X_1, Y_1) es la coordenada del incidente.

Con las distancias recorridas y con los tiempos registrados en las atenciones de las emergencias se calcularon las velocidades de los recursos, eliminándose los incidentes cuyas velocidades no estuvieran comprendidas dentro del rango de 10 km/h a 80 km/h, lo que significa que la recolección de la muestra obedeció a un tratamiento probabilístico.

Ajuste de curva

En vista de que los incidentes de atención de emergencias responden a una variable discreta y aleatoria se optó por modelar siguiendo una distribución de Poisson, para lo cual se procedió a determinar las frecuencias de los incidentes en cada estación; observándose que el ajuste obtenido responde a la distribución indicada, lo que permite predecir la ocurrencia de los incidentes diarios para cada una de las estaciones durante todo un año.

La distribución de Poisson es una distribución de probabilidad discreta que expresa, a partir de una frecuencia de ocurrencia media, la probabilidad de que ocurra un determinado número de eventos durante cierto período de tiempo, la misma que se obtiene aplicando la fórmula (Luceño Vázquez, 2015):

$$f(x, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!},$$

donde x es el número de ocurrencia del evento o fenómeno, λ es un parámetro positivo que representa el número de veces que se espera que ocurra el fenómeno durante un intervalo dado y e es la base de los logaritmos naturales ($e= 2,71828$).

Optimización de errores

Una vez realizado el ajuste de curva, se aplicó el método de optimización de errores llamado el método de mínimos cuadrados, el mismo que es un procedimiento matemático utilizado para encontrar la ecuación de la

línea recta que minimiza la suma de los cuadrados de los errores de los pronósticos medidos en la dirección vertical. La recta de regresión muestral está dado por la fórmula (Gutiérrez González e Vladimirovna Panteleeva, 2016):

$$y=B_1x + B_0.$$

donde y es la frecuencia ajustada, x frecuencia medida, B_0 es el valor estimado puntual de la ordenada al origen de la recta de regresión, B_1 es el valor estimado puntual de la pendiente de la recta de regresión.

Los valores de B_0 y B_1 están dados por:

$$B_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2},$$

$$B_0 = \bar{y} - B_1 \bar{x}.$$

$\sum_{i=1}^n x_i$, suma de valores de x,

$\sum_{i=1}^n y_i$, Suma de valores de y,

$\sum_{i=1}^n x_i^2$, suma de los cuadrados de x,

$\sum_{i=1}^n x_i y_i$ = suma de productos de x, y,

\bar{x} el promedio de los valores de x,

\bar{y} el promedio de los valores de y.

Correlación muestral

El término “correlación” literalmente significa relación mutua, ya que indica el grado en que los valores de una variable se relacionan con los valores de otra. Este presenta dos propiedades que establecen la naturaleza de una relación entre dos variables. Una es su signo (+ o -) y la otra es su magnitud. Los valores próximos a -1 o +1 indican que los valores están bastante cerca de la recta o sobre ella, mientras que los valores próximos a 0 sugieren mayor dispersión (Romero Ramos, 2016).

La medida de dispersión comúnmente usada en la estadística es el llamado Coeficiente de correlación de Pearson y se calcula con la siguiente ecuación (Matus et al., 2010):

$$R = \frac{S_{XY}}{\sqrt{S_{XX} \cdot S_{YY}}},$$

donde

$$S_{XY} = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n},$$

$$S_{XX} = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n},$$

$$S_{YY} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}.$$

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las emergencias de salud ocurridas en la ciudad de Ibarra en el año 2015 fueron registradas por el Sistema Integrado ECU911 en una hoja electrónica Excel, la misma que no permite la visualización y su ubicación geográfica en la ciudad a pesar de que dicha información se encontraba en la mencionada tabla, por lo cual se recurrió al software ARCGIS que permitió visualizar las referidas emergencias y eliminar los incidentes que estuvieran fuera de la ciudad ya que la investigación se limitó a los incidentes ocurridos dentro de la ciudad.

Representación gráfica de los incidentes atendidos por la estación 7

La figura 2 representa las emergencias de salud (5473) que fueron atendidas por los recursos de la estación 7 durante el año 2015, en donde puede observarse incidentes dentro y fuera de la ciudad.

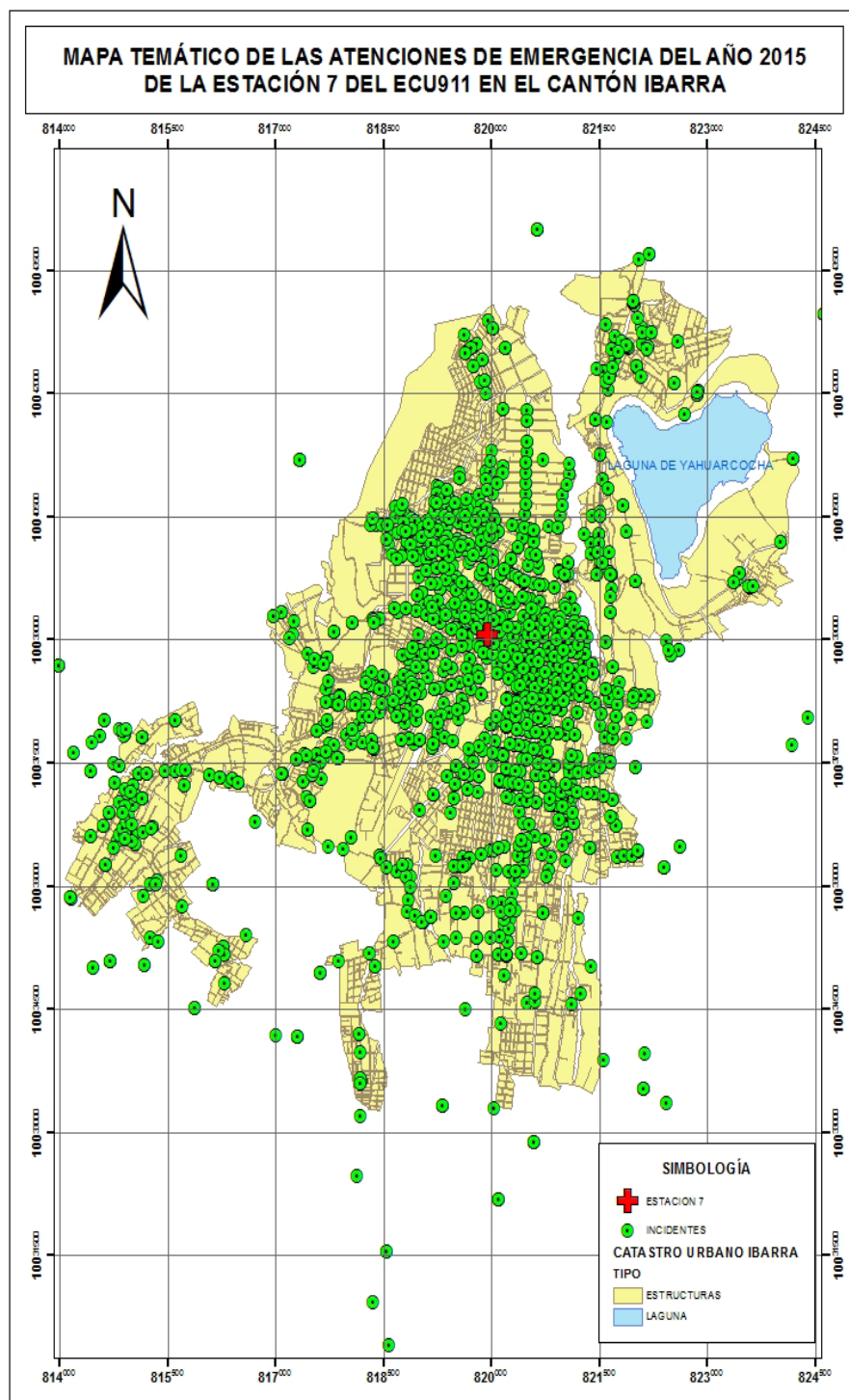


Figura 2 .Ciudad de Ibarra, atenciones de emergencia de salud de la estación 7.

Con los dos mapas temáticos y utilizando la información de la localización geográfica de los incidentes y sus respectivas estaciones se procedió con el cálculo de la distancia y en base al tiempo que se demoró el recurso en atender dicho incidente, se calculó la velocidad y se procedió con la eliminación de los incidentes que estuvieran fuera del rango de velocidades comprendidas entre un máximo de 80 km/h y un mínimo de 5 km/h, velocidades que los investigadores nos impusimos considerando que dentro de la ciudad es un rango de velocidades aceptable para atender las emergencias de salud; además en la hoja electrónica entregada por el ECU 911 se observó que un mismo incidente se registraba más de una vez, por lo que se procedió con su depuración; obteniéndose como resultado un mapa con los nuevos datos depurados (3168), tal como se indica en la figura 4.

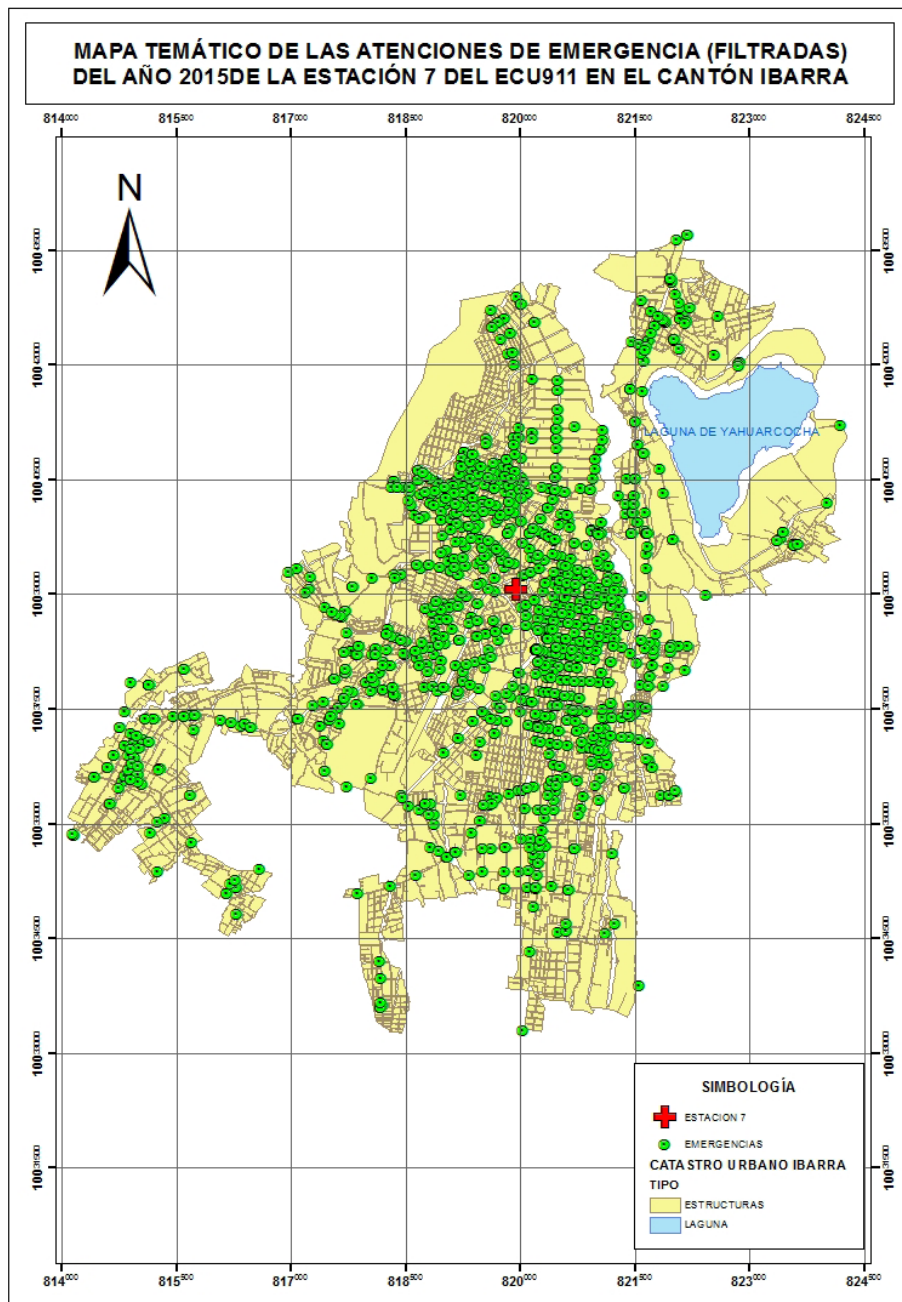


Figura 4. Ciudad de Ibarra, atenciones de emergencia de salud depurada de la estación 7

Lo indicado anteriormente se realizó para cada una de las 7 estaciones, obteniéndose el siguiente resumen:

Depuración de datos de emergencia de salud de las 7 estaciones.

Tabla 1.

Resultados de la depuración de datos de emergencia de salud.

Estaciones	Datos iniciales	Datos depurados con el ARCGIS	Datos depurados según la velocidad y de incidentes repetidos.	Porcentaje de depuración
1	1290	336	286	22,17
2	1310	312	276	21,07
3	870	118	108	12,41
4	381	94	63	16,54
5	753	329	192	25,50
6	2651	1653	926	34,93
7	5473	3168	1950	35,63

Ajuste de curva de la Estación 7

Con la finalidad de ajustar los incidentes de las emergencias de salud, se registró en una hoja electrónica los incidentes y sus frecuencias, para en base a esta información calcular la frecuencia relativa y su media aritmética para una variable discreta agrupada y considerando que la distribución de Poisson es una distribución de probabilidad discreta a partir de una frecuencia de ocurrencia media, obtener la probabilidad de que ocurra un incidente de emergencia de salud.

Lo resultados obtenidos del ajuste de curva para los incidentes de la estación 7, fueron registrados en la tabla 2.

Tabla 2.

Resultados del ajuste de curva de la estación 7.

ESTACIÓN 7				
x=Incidentes	f=Frecuencia	fr=Frecuencia Relativa	c=x*f	
0	4	0,01099	0	0,0047
1	17	0,04670	17	0,0253
2	32	0,08791	64	0,0677
3	49	0,13462	147	0,1208
4	50	0,13736	200	0,1618
5	57	0,15659	285	0,1733
6	42	0,11538	252	0,1548
7	37	0,10165	259	0,1184
8	25	0,06868	200	0,0793
9	21	0,05769	189	0,0472
10	13	0,03571	130	0,0253
11	8	0,02198	88	0,0123

12	3	0,00824	36	0,0055
13	4	0,01099	52	0,0023
14	1	0,00275	14	0,0009
15	0	0,00000	0	0,0003
16	0	0,00000	0	0,0001
17	1	0,00275	17	0,0000
total =	364	1	1950	1,0000
		$\lambda=c/\sum f$	Lamda=	5,3571

Utilizando la distribución de Poisson, se puede observar en el siguiente gráfico la distribución de la frecuencia relativa y los valores de las probabilidades, observándose que las curvas obtenidas tienen una buena aproximación.

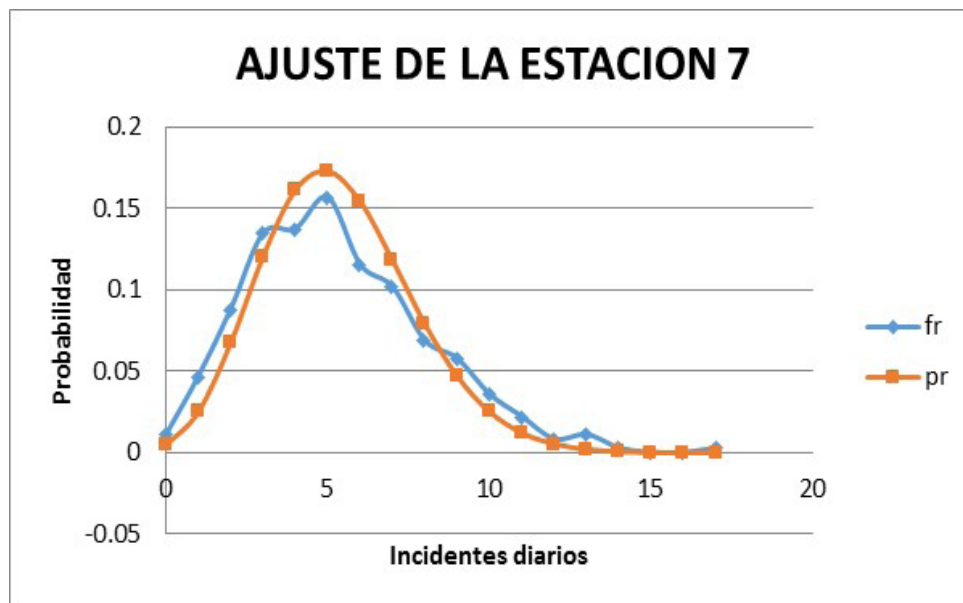


Gráfico 1. Ajuste de la estación 7.

Siendo el objetivo de la presente investigación el modelamiento matemático de las emergencias de salud, uno de los resultados de este modelamiento es el ajuste de las incidencias ocurridas en el 2015 mediante una distribución de Poisson; obteniéndose para la estación 7 la siguiente ecuación de ajuste:

$$p(x) = \frac{(e^{-5.3571})(5.3571^x)}{x!}$$

Ajuste lineal de la Estación 7

La densidad bivariada, que se utilizó en el análisis de correlación es la de estimar como variable independiente a la frecuencia relativa y como variable dependiente a la probabilidad de Poisson como frecuencia ajustada, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 3.

Resultados del ajuste lineal de la estación 7.

x	y	x ²	y ²	xy
4	1	16	1	4
17	9	289	81	153
32	24	1024	576	768
49	43	2401	1849	2107
50	58	2500	3364	2900
57	63	3249	3969	3591
42	56	1764	3136	2352
37	43	1369	1849	1591
25	28	625	784	700
21	17	441	289	357
13	9	169	81	117
8	4	64	16	32
3	2	9	4	6
4	0	16	0	0
1	0	1	0	0
363	357	13937	15999	14678

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_i &= 363 & \sum_{i=1}^n y_i &= 357 \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 &= 13937 & \sum_{i=1}^n y_i^2 &= 15999 \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i &= 14678 & \bar{x} &= 24,2 & \bar{y} &= 23,8 \\ B_1 &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} = 1,172 \\ B_0 &= \bar{y} - B_1 \bar{x} = -4,5623 \end{aligned}$$

Para la estación 7 la relación de las variables x e y está dado por la recta de regresión muestral:

$$y = 1,172 x - 4,5623$$

Correlación muestral de la Estación 7

De los valores numéricos que se indican a continuación observamos que la relación entre las frecuencias medidas y las frecuencias ajustadas es bastante cercana a una línea recta y que la aplicación de los estimadores de mínimos cuadrados produce predicciones bastante buenas.

Lo que supone un adecuado modelo de regresión y que se puede utilizar la ecuación ajustada de Poisson para hacer inferencias, sin embargo con la finalidad de corroborar la idoneidad del modelo se ha procedido con el cálculo del coeficiente de correlación obteniéndose un valor de 0.971, lo que implica que al ser una correlación muy cercana a 1 se concluye que se tiene un ajuste lineal alto.

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n x^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x)^2}{n} = 5152,4$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n y^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y)^2}{n} = 7502,4$$

$$R^2 = 0,943$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n xy - \frac{\sum_{i=1}^n x \sum_{i=1}^n y}{n} = 6038,6$$

$$R = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}S_{yy}}} = 0,9713$$

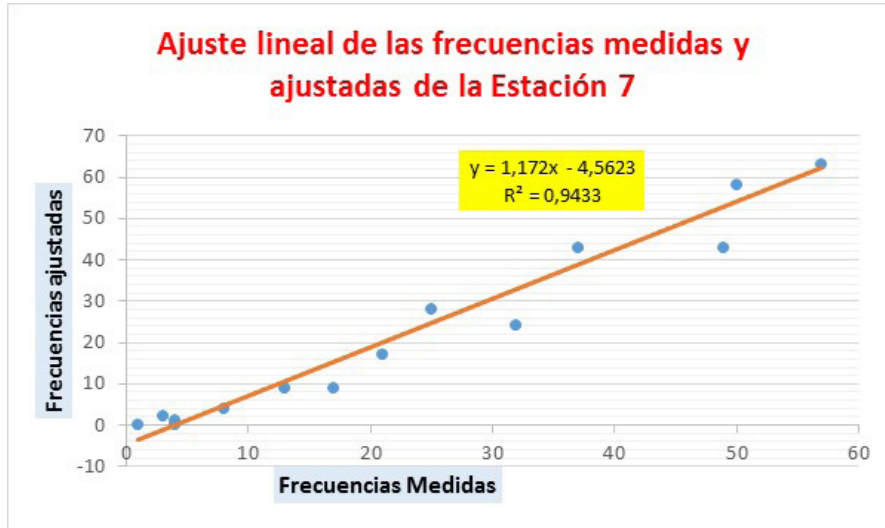


Gráfico 2. Ajuste lineal de la estación 7.

Ajuste lineal y correlación de las 7 estaciones.

Siguiendo la misma metodología se procedió con el ajuste lineal y el análisis de la correlación de las 7 estaciones, obteniéndose el siguiente resultado:

Tabla 4. Resultados del ajuste lineal y de la correlación de las 7 estaciones.

ESTACION	POISSON λ	AJUSTE LINEAL				R^2
		$Y = B_0 + B_1 x$		Coef. Correlación		
		B_0	B_1	R		
1	0,78360	1,9345	0,9573	0,9866	0,9734	
2	0,75620	0,8747	0,9749	0,9899	0,9799	
3	0,29590	3,0521	0,9416	0,9921	0,9843	
4	0,17260	0,9728	0,9866	0,9996	0,9992	
5	0,52600	1,7888	0,9624	0,9925	0,9851	
6	2,54400	1,9345	0,9573	0,9866	0,9734	
7	5,35710	-4,5623	1,1720	0,9713	0,9433	

CONCLUSIONES

Una de las principales herramientas utilizadas en la presente investigación fue el software ARCGIS que permitió visualizar y localizar los incidentes atendidos por las 7 estaciones durante el año 2015, facilitando los cálculos correspondientes de distancias y velocidades, parámetros que permitieron la depuración de datos proporcionado por el sistema integrado ECU 911.

Para el modelamiento matemático de los datos reales de los incidentes de salud de las 7 estaciones se determinó el valor de λ de la distribución de Poisson como la media de la distribución de los incidentes para cada una de las estaciones, estableciéndose para cada una de ellas la probabilidad de ocurrencia de emergencias de salud en función del modelo probabilístico obtenido.

Para comprobar la bondad se compararon las predicciones del modelo con los datos reales y se determinó que el número de incidentes predichos por el modelo están muy próximos a los reportados en el sistema integrado en todas las estaciones, con un coeficiente de correlación muy cercano a 1, lo que implica un ajuste lineal alto.

La investigación realizada permite predecir el número de incidentes que pueden ocurrir en cada estación en cualquier día del año, lo que le permitiría al Administrador del ECU 911 potencializar o redistribuir mejor los recursos (ambulancias) utilizados en las emergencias en los períodos más críticos, estableciéndose de esta manera la importancia del modelamiento matemático en eventos aleatorios discretos para la toma de decisiones.

Además, se pudo detectar que las áreas de influencias de las diferentes estaciones no responden a un ordenamiento geométrico de la ciudad; por lo que para futuras investigaciones se debe proponer la redistribución de los recursos (ambulancias) utilizados en las emergencias y potencializar el uso de los mismos.

REFERENCIAS

- Buzai, G. D. (2011). Modelos de localización-asignación aplicados a servicios públicos urbanos: análisis espacial de Centros de Atención Primaria de Salud (CAPS) en la ciudad de Luján, Argentina. *Cuadernos De Geografía*, 20(2), 111-123.
- ECU 91. (2014). Servicio Integrado de Seguridad (SIS) ECU 911. Recuperado el 15 de Junio de 2017 de <http://www.ecu911.gob.ec>
- Gutiérrez, G. E., & Vladimirovna, P. O. (2016). Estadística inferencial 1 para ingeniería y ciencias. Distrito Federal, MÉXICO: Grupo Editorial Patria.
- Matus, R., Hernández, M., & García, E. (2010). Estadística. México, D.F., MX: Instituto Politécnico Nacional.
- Morales, N. (2014). Algunas Consideraciones para la Organización de Servicios de Salud para Emergencias y Desastres. *Anales De La Facultad De Medicina*, 62(1), 44-55.
- Luceño, V. A. (2015). Métodos estadísticos para medir, describir y controlar la variabilidad. Santander, ESPAÑA: Editorial de la Universidad de Cantabria.
- Romero, R. E. (2016). Estadística para todos: análisis de datos: estadística descriptiva, teoría de la probabilidad e inferencia. Madrid, ESPAÑA: Difusora Larousse - Ediciones Pirámide.
- Santovenia Díaz, Javier, Tarragó Montalvo, Consuelo, & Cañedo Andalia, Rubén. (2009). Sistemas de información geográfica para la gestión de la información. *ACIMED*, 20(5), 72-75. Recuperado en 15 de junio de 2017, de <http://scielo.sld.cu/scielo.php>



4

BIG DATA ANALYTICS (BDA) EN LA TOMA DE DECISIONES EMPRESARIALES

BIG DATA ANALYTICS (BDA) IN BUSINESS DECISION MAKING

Ana Cristina Umaquina-Criollo¹

Sandra Karina Narvaez-Pupiales¹

Diego Hernán Peluffó-Ordoñez¹

MacArthur Cosme Ortega-Bustamante²

Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

acumaquina@utn.edu.ec

Resumen:

Ante el crecimiento exponencial y vertiginoso del volumen de los datos de diferente tipo: estructurados, semiestructurados y no estructurados provenientes de una variedad de fuentes entre ellas: la web, redes sociales, bases de datos, archivos de audio/video, datos transaccionales, sensores, comunicación máquina a máquina (denominado *M2M*). El área de Big Data pretende dar respuesta a los desafíos del tratamiento de la información.

Es por ello, que el proceso de análisis de grandes volúmenes de datos Big Data Analytics (denominado *BDA*) facilita el descubrimiento de patrones, predicciones, fraudes, tendencias de mercado, comportamientos y preferencias de los clientes e información de utilidad, que no sería posible con las herramientas convencionales. BDA se convierte en una de las herramientas de soporte para la toma de decisiones empresariales y ventaja competitiva en tiempo real o en el menor tiempo posible frente a sus competidores, ofreciendo nuevos niveles de competitividad, procesos, modelos de negocio basados en datos y reducción del riesgo para conservar, fidelizar y captar una mayor cantidad de clientes generando un aumento en las fuentes de ingreso de las empresas.

El presente artículo es de tipo exploratorio, descriptivo y documental. Se realiza un estudio descriptivo del impacto de Big Data Analytics (BDA) en el campo empresarial, así como un breve recorrido por sus tendencias, oportunidades, dificultades y retos.

Este estudio pretende contribuir a la comunidad de investigadores, así como al personal de las empresas y a quienes se inician en el conocimiento de Big Data Analytics para una mejor comprensión en este campo.

Palabras clave: Big Data, Big Data Analytics, Inteligencia de negocio.

Abstract:

By the exponential and vertiginous growth of the volume of data of different types: structured, semi-structured and unstructured from a variety of sources including: the web, social networks, databases, audio / video files, transactional data, sensors, machine-to-machine communication (denominated *M2M*). The Big-Data-area is intended to address the challenges of information processing.

Therefore, the Big Data Analytics (BDA) process of large volumes of data facilitates the discovery of patterns, predictions, fraud, market trends, customer behaviours and preferences and useful information that would not be possible with conventional tools. BDA becomes one of the tools to support business decision-making and competitive advantage in real time or in the shortest possible time in relation its competitors, offering new levels of competitiveness, processes, business models based in data and risk reduction, to conserve, retain and attract a greater number of customers generating an increase in the sources of income of companies.

This article is exploratory, descriptive and documentary. A descriptive study of the impact of Big Data Analytics (BDA) in the business field, as well as a brief tour of its tendencies, opportunities, difficulties and challenges.

This study aims to contribute to the research community, as well as the staff of the companies and those who are introduced to the knowledge of Big Data Analytics for a better understanding in this field.

Keywords: Business intelligence, Big Data, Big Data Analytics.

Introducción

El innegable y exponencial crecimiento del volumen de datos de diferente tipo (estructurados, semi estructurados y no estructurados) generados por los seres humanos, la web/ redes sociales, la comunicación máquina a máquina (del inglés *Machine to Machine* denominado *M2M*), las grandes transacciones de datos, la biometría (IBM, 2012), entre otros, se debe en gran parte al avance de la tecnología (Camargo-Vega, Camargo-Ortega, & Joyanes-Aguilar, 2014) (Umaquina-Criollo et al., 2017) y a la frecuencia de su uso (Camargo-Vega et al., 2014). El rango de almacenamiento oscila en exabytes (Hammer, He, & Martinetz, 2014) (Hilbert & López, 2011), petabytes y va en aumento, tan solo con el Internet de las cosas (del inglés Internet of Things denominado *IoT*) se estima 6,4 mil millones de “cosas” conectadas en el año 2016 (Gartner, 2015).

Las empresas y varias áreas de investigación entre ellas: ciencia, astronomía, meteorología (Hammer et al., 2014), ingeniería y comercio se enfrentan a nuevos desafíos para analizar grandes volúmenes de datos y obtener información útil para una mejor toma de decisiones a nivel gerencial. El área Big Data procura ser la respuesta a estos requerimientos, puesto que, se enfoca en capturar, curar, almacenar, buscar, compartir, transferir, analizar, visualizar millones de datos (Hammer et al., 2014) con el fin de descubrir conocimiento que sería imposible o deficiente con el uso de herramientas y procesos tradicionales (IBM, 2012), favoreciendo de esta manera, la operatividad del negocio, la reducción de respuesta y el logro de una ventaja competitiva.

En el estudio de (IBM Global Business Services et al., 2012) revela que la adopción de Big data y Big Data Analytics (BDA) en el sector empresarial centra como prioridad al cliente, la comprensión de sus preferencias, comportamiento y experiencia hacia la empresa/producto (IBM Global Business Services et al., 2012), asimismo el estudio de (IBM, 2016) ratifica lo antes mencionado, tras el análisis a 818 CEOs (del inglés Chief Executive Officer o Director ejecutivo) de 19 industrias de diferentes sectores productivos: telecomunicación, energía, entretenimiento, distribución, transporte, viajes, productos de consumo, financiero, banca, industrial, química, petróleo, educación, investigación sector público en más de 70 países, ratifica la . “ Es así que Big data es una prioridad empresarial por su capacidad de influir en el comercio de una economía integrada a escala global” (IBM Global Business Services et al., 2012)

El presente documento se organiza de la siguiente forma: En la sección 2, se realiza una breve revisión de la terminología y aspectos importante de Big Data y Big Data Analytics. En la Sección 3, se presenta los métodos y el desarrollo del tema propuesto. En la Sección 4 se expone los resultados obtenidos, mientras que en la Sección 5, se presenta aspectos de discusión y principales conclusiones de la investigación realizada.

Big Data y Big Data Analytics como apoyo toma de decisiones

A continuación, se presenta las principales definiciones que se usarán en este artículo:

- *Big Data*

La empresa IDC define al Big Data como “Una nueva generación de tecnologías y arquitecturas y estrategias diseñadas para capturar y analizar grandes volúmenes de datos provenientes de múltiples fuentes heterogéneas a una alta velocidad con el objeto de extraer valor económico de ellos” (IDC & Curto, 2012). Se fundamenta en 4 características : Volumen (cantidad de datos) (Camargo-Vega et al., 2014), Variedad (diversidad de tipos y fuentes de datos), Velocidad (datos en movimiento) y Valor (beneficios, reducción de costos) (IDC & Curto, 2012), así como 2 características adicionales Veracidad (Nivel de fiabilidad asociados a diferentes tipos de datos), (IBM Global Business Services et al., 2012) y Visualización.

El estudio realizado por IBM Institute for Business Value y la Escuela de Negocios Saïd en la Universidad de Oxford tras analizar encuestas a 144 profesionales de 95 países y 26 sectores empresariales, el término Big Data se conceptualiza como se observa en la Tabla 1 (IBM Global Business Services et al., 2012):

Tabla 1. Conceptualización del término Big Data

Definición de Big Data	%
• Un mayor ámbito de información	18%
• Nuevos tipos de datos y análisis	16%
• Información en tiempo real	15%
• Entrada de datos procedentes de nueva tecnología	13%
• Formas no tradicionales de soportes	13%
• Grandes volúmenes de datos	10%
• La última palabra de moda	8%
• Datos de redes sociales	7%

Fuente (IBM Global Business Services et al., 2012)

• *Big Data Analytics (BDA)*

Para una mejor toma de decisiones en big data las organizaciones necesitan convertir los grandes volúmenes de datos en datos dinámicos, 2 son los subprocesos en la extracción de información de Big Data: la administración de datos y el análisis de datos (Gandomi & Haider, 2015) es decir BDA. en la Figura 1 se detalla cada elemento del subproceso de Big Data:

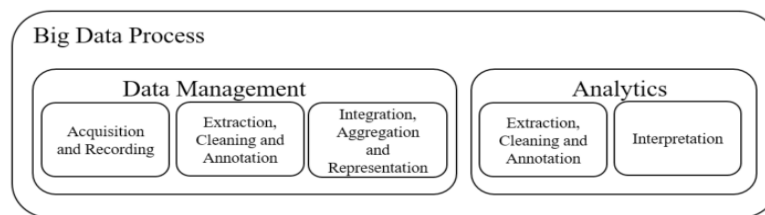


Figura 1. Proceso para extraer información de Big data (Gandomi & Haider, 2015)

Entre principales tipos de análisis que Big Data considera se encuentra: Descriptivo (datos históricos y actuales para identificar relaciones y tendencias), predictivo(análisis de datos del pasado para identificar la ocurrencia), prescriptivo (análisis de una decisión con sus variables para identificar la probabilidad que se produzca), causal(identifica la causa de problemas para proponer solución) (Rosero, Rosero, Peluffo, & Beltrán, 2016).

Big Data Analytics pretende reducir costos y tiempos, generar ofertas personalizadas, análisis predictivo como datos basados que pueden estar basados en el historial de compra del cliente, o en las compras de productos similares de los clientes, inteligencia de negocios, análisis de la fidelidad del cliente, calidad de servicio y marketing

• *Visualización de información (denominado DataVis)*

Se enfoca en “ayudar a los usuarios en la exploración, comprensión y análisis de datos a través de la exploración visual e interactiva”(Liu, Cui, Wu, & Liu, 2014), utiliza el aprendizaje de máquina (del inglés machine learning) (Hammer et al., 2014), métodos de reducción de dimensión (*denominado MRD*) supervisados, no supervisados o la combinación de ellos para favorecer la comprensión de la información subyacente con un costo computacional razonable (Hernández, 2016) permitiendo al cliente o usuario final visualizar los resultados del análisis de Big Data.

Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación es de tipo exploratorio, descriptivo y documental. A continuación, se presenta el análisis de de Big data y Big Data Analytics a nivel empresarial.

Big data supone un proceso de cambio en las organizaciones a nivel tecnológico y de negocio (IDC & Curto, 2012) considerando aspectos como:

Dificultades y Retos.

La obtención de nuevo conocimiento genera una mejor y mayor comprensión del negocio , nuevas oportunidades , productos , servicios para nuevos y actuales clientes, es preciso un rediseño organizacional y tecnológico (IDC & Curto, 2012).

La encuesta realizada por The Data Warehousing Institute (TDWI) (Camargo-Vega et al., 2014) (Redmond & Wilson, 2012) identifica los siguientes inconvenientes:

“Falta de personal y habilidades del recurso humano (46%), la dificultad en la arquitectura de un sistema de análisis de Big Data (33%), problemas con el Big Data utilizable para los usuarios finales (22%), la falta de patrocinio empresarial (38%) y la deficiencia de un argumento empresarial convincente (28%), la carencia de análisis de bases de datos (32%), problemas de escalabilidad de Big Data (23%), rapidez en las consultas (22%) y dificultad para cargar los datos lo suficientemente rápido (21%), entre otros”

Cabe indicar que los principales problemas para considerar la implementación de Big Data es el desconocimiento sobre lo que ésta propuesta aportaría en la operatividad del negocio (Camargo-Vega et al., 2014), así como la habilidad de recuperar datos específicamente los no estructurados (como video , imágenes, documentos) y profesionales que realicen la labor de análisis(SearchDataCenter, 2013) .

Oportunidades

De 24 empresas que adoptaron Big Data en la Tabla 2 presenta los enfoques/beneficios usos de Big Data (IDC & Curto, 2012)

Tabla 2. Descripción de enfoque de uso de 24 empresas que adoptaron Big Data

Descripción de enfoque / beneficios de uso	%
• Optimización de costes	64%
• Análisis del comportamiento del cliente	29.3%
• Segmentación de clientes / ciudadanos	27.9%
• Optimización de cadena de suministro	14.9%
• Optimización y comparación de precios	14.4%
• Creación de nuevos servicios	14.0%
• Identificación de preferencias de clientes	10.5%
• Optimización de rutas de transporte	8.9%
• Sustitución de procesos manuales	7.2%
• Análisis del comportamiento del cliente	5.9%
• Brand Management	5.7%
• Mitigación de riesgos	5.7%

Fuente (IDC & Curto, 2012)

Según (Kambatla, Kollias, Kumar, & Grama, 2014) el sector público de Estados Unidos entretanto también aborda el manejo de datos críticos con el proyecto “Building a 21st Century Digital Government”, enfocándose en aspectos de detección de fraude, proyecciones, salud. Además señala la capacidad de BDA en el aumento del margen de operatividad para una empresa minorista en un 60%.

Resultados

Las tendencias actuales del uso Big Data /BDA

Seguidamente la tabla 3 presenta los tipos de datos y en la Tabla 4 las plataformas mayormente utilizadas en la actualidad (tdwi & Halper, 2016):

Tabla 3. Tipos de datos utilizados en Big Data de empresas

Tipo de datos	utilizados actualmente	utilizados dentro de los siguientes 2 años
• Datos estructurados desde tablas y registros	82%	11%
• Datos complejos: origen jerárquico	46%	27%
• Datos semiestructurados: XML, JSON	45%	34%
• Datos de series de tiempo	41%	29%
• Datos Log	40%	28%
• Datos Geoespaciales/localización	39%	34%
• Datos de texto y contenido	27%	44%
• Datos flujos de clics (Clickstream)	19%	30%
• Datos externos: medios sociales	19%	41%
• Datos generados por máquinas (RFID, Sensores)	17%	34%
• Transmisiones en tiempo real streaming) / datos de eventos	16%	43%
• Video	7%	20%
• Audio	7%	20%

Fuente (tdwi & Halper, 2016)

Tabla 4: Plataformas mayormente utilizadas para BDA

Tipo	Uso Actual
• Data warehouse	81%
• DBMS on MPP	51%
• Enterprise content management system	47%
• Document-oriented databases	30%
• Hadoop	30%
• Data warehouse designed for the public or private cloud	28%
• Columnar DBMS (e.g., Cassandra, Spark)	27%
• Data appliance	25%
• NoSQL DBMS	23%
• Content management in the public or private cloud	21%
• Hadoop in the public or private cloud	16%
• Streaming platform	15%
• Document-oriented databases in the public or private cloud	11%

Discusión y conclusiones

El presente trabajo pretende ser de apoyo para la comunicad científica, empresarial y público en general que inicien el estudio de Big Data Analytics para una mejor comprensión en este campo.

La presente investigación presenta una descripción sistemática del área de Big Data Analytics enfocado a empresa. Se identifica las principales características, importancia, dificultades, retos, oportunidades, retos, así como definiciones y aspectos de importancia de Big Data, Big Data Analytics y Visualización de datos. Así como también se identifica los tipos de datos mayormente utilizados en Big Data en empresas, así como su pronóstico de uso, las plataformas y su porcentaje de uso actual.

Cabe indicar que el éxito de la implementación de Big Data y BDA depende en gran medida de la predisposición de las áreas operativa, tecnológica y gerencial de las organizaciones, con el fin de optimizar el uso eficiente tanto en software como en hardware

Referencias

- Bradlow, E. T., Gangwar, M., Kopalle, P., & Voleti, S. (2017). The Role of Big Data and Predictive Analytics in Retailing. *Journal of Retailing*, 93(1), 79 - 95. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jretai.2016.12.004>
- Camargo-Vega, J. J., Camargo-Ortega, J. F., & Joyanes-Aguilar, L. (2014). Knowing the Big Data. *Revista Facultad de Ingeniería*, 24(38), 63-77.
- Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 35(2), 137 - 144. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007>
- Gartner. (2015). Gartner Says 6.4 Billion Connected. Recuperado 20 de junio de 2017, a partir de <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>
- Hammer, B., He, H., & Martinetz, T. (2014). Learning and modeling big data. En *ESANN* (pp. 343–352).
- Hernández, J. A. (2016). Métodos de reducción de dimensionalidad: Análisis comparativo de los métodos APC, ACP y ACPK. *Uniciencia*, 30(1), 115-122.
- Hilbert, M., & López, P. (2011). The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. *Science*, 332(6025), 60-65. <https://doi.org/10.1126/science.1200970>
- IBM. (2012, junio 18). ¿Qué es Big Data? [CT316]. Recuperado 16 de junio de 2017, a partir de <http://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/im/que-es-big-data/index.html>
- IBM Global Business Services, Escuela de Negocios Saïd en la Universidad de Oxford, Schroeck, M., Shockley, R., Smart, J., Romero-Morales, D., & Tufano, P. (2012). Analytics: el uso de big data en el mundo real Cómo las empresas más innovadoras extraen valor de datos inciertos - Buscar con Google. Recuperado a partir de http://www-05.ibm.com/services/es/gbs/consulting/pdf/El_uso_de_Big_Data_en_el_mundo_real.pdf
- IBM. (2016, enero 6). Redefining Competition. Recuperado a partir de http://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=XB&infotype=PM&htmlfid=GBE03719USEN&attachment=GBE03719USEN.PDF&cm_mc_uid=36788419335514540780823&cm_mc_sid_50200000=1454423499
- IDC, & Curto, J. (2012). Resumen Ejecutivo - Big Data :un mercado emergente. Recuperado a partir de <http://www.diarioabierto.es/wp-content/uploads/2012/06/Resumen-Ejecutivo-IDC-Big-Data.pdf>
- Kambatla, K., Kollias, G., Kumar, V., & Grama, A. (2014). Trends in big data analytics. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 74(7), 2561 - 2573. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.jpdc.2014.01.003>
- Liu, S., Cui, W., Wu, Y., & Liu, M. (2014). A survey on information visualization: recent advances and challenges. *The Visual Computer*, 30(12), 1373-1393. <https://doi.org/10.1007/s00371-013-0892-3>

- Redmond, E., & Wilson, J. R. (2012). *Seven databases in seven weeks: a guide to modern databases and the NoSQL movement*. Pragmatic Bookshelf.
- Rosero, P., Rosero, E., Peluffo, D., & Beltrán, L. (2016). ARQUITECTURA, SERVICIOS Y APLICACIONES DE Business Intelligence: Revisión de literatura (PDF Download Available). Quito, Ecuador. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/publication/313280378_ARQUITECTURA_SERVICIOS_Y_APLICACIONES_DE_Business_Intelligence_Revision_de_literatura
- SearchDataCenter. (2013). Problemas de la ciencia de analítica de Big Data. Recuperado 16 de junio de 2017, a partir de <http://searchdatacenter.techtarget.com/es/consejo/Problemas-de-la-ciencia-de-datos-en-la-analitica-de-Big-Data>
- tdwi, & Halper, F. (2016). *Best Practices Report | Data Science and Big Data: Enterprise Paths to Success | Transforming Data with Intelligence* (BEST PRACTICES REPORT DECEMBER 2016). Recuperado a partir de <https://tdwi.org/bpr/DataScience>
- Umaquina-Criollo, A. C., Peluffo-Ordóñez, D. H., Rosero-Montalvo, P. D., Cabrera-Álvarez, M. V., Alvarado-Perez, J. C., & Anaya-Isaza, A. J. (2017). Propuesta de análisis visual de datos en Big Data usando reducción de dimensión interactiva Proposal for visual analysis of Big Data using interactive dimensionality reduction. En *Tecnologías Aplicadas a la Ingeniería*. UTN. Recuperado a partir de https://www.researchgate.net/publication/316056310_Propuesta_de_analisis_visual_de_datos_en_Big_Data_usando_reduccion_de_dimension_interactiva_Proposal_for_visual_analysis_of_Big_Data_using_interactive_dimensionality_reduction

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Técnica del Norte, a la Carrera de Ingeniería en electrónica y Redes de Comunicación de la ciudad de Ibarra – Ecuador



**SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DINÁMICO Y CINEMÁTICO
DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE UN AUTOMÓVIL
CON EL EMPLEO DE MATLAB**

**SIMULATION OF THE DYNAMIC AND KINEMATIC BEHAVIOR
OF THE POWER TRANSMISSION SYSTEM OF AN AUTOMOBILE
WITH MATLAB EMPLOYMENT**

Arlys M. Lastre^{1, a}

Cristian Guano^{2, b}

Remberto Rodríguez^{3, c}

Leandro L. Lorente^{4, d}*

¹²³ *Universidad Tecnológica Equinoccial., Santo Domingo de los Tsáchilas - Ecuador.*

⁴*Universidad Técnica del Norte., Ibarra - Ecuador.*

**lllorente@utn.edu.ec*

Resumen

Los continuos avances de la tecnología han propiciado el desarrollado de diferentes plataformas, aplicaciones y software's encaminadas a favorecer la comprensión, análisis, cálculo, predicción y simulación de disímiles fenómenos y procesos en diferentes áreas de las ciencias. Es notable el empleo y desarrollo de nuevas plataformas informáticas de trabajo práctico, analítico y técnico, como el Software MatLab. Esta herramienta facilita el análisis exhaustivo de modelos y procesos, a través de sus módulos especializados e interfaces como el "Simulink", "GUIDE", "App Designer". El objetivo fundamental de la presente investigación consiste en desarrollar una herramienta que permita simular numérica y gráficamente el comportamiento de los parámetros de torque y número de revoluciones que se alcanzan en el último eslabón de la cadena cinemática, a partir de la variación controlada de las características dinámicas relacionadas con la cinemática del movimiento del motor, la caja de velocidad, el diferencial y las dimensiones diametrales de las ruedas motrices. Para ello se propuso el modelo conceptual y la implementación del sistema que fue desarrollado en la plataforma "GUIDE" de MatLab R2011b, con la finalidad de mejorar la comprensión de este proceso y facilitar su estudio a través de la práctica informática.

***Palabras claves:** Transmisión; MatLab; Simulación; Interface; Potencia*

Abstract

The continuous advances in technology have propitiated to the development of different platforms, applications and software aimed at promoting the understanding, analysis, calculation, prediction and simulation of phenomena and processes in different areas of sciences. The use and development of new computer platforms for practical, analytical and technical work such as MatLab software is notable. This tool facilitates the exhaustive analysis of models and processes, through its specialized modules and interfaces such as "Simulink", "GUIDE", "Application designer". The main objective of the current research is to develop a tool that allows numerical and graphical simulation of the behavior of torque parameters and the number of revolutions achieved in the last link of the kinematic chain, from the controlled variation of the dynamic characteristics related to the cinematography of the movement of the engine, the gearbox, the differential and the diametral dimensions of the driving wheels. For this purpose, the conceptual model and the implementation of the system that was developed in the "GUIDE" platform of MatLab R2011b were proposed, in order to improve the understanding of this process and facilitate its study throughout the computer practice.

Keywords: Transmission; MatLab; Simulation; Interface; Power

Introducción

El simulador de cálculos está dirigido para actividades de carácter práctico relacionadas con la simulación del comportamiento de la cinemática y la dinámica del sistema de transmisión de potencia de un vehículo con una caja de 6 marchas. Se conoce que los valores de momento torsor y número de revoluciones que entrega el motor de combustión interna varían al pasar por los eslabones intermedios de la cadena cinemática hasta llegar a las ruedas motrices del vehículo (como su eslabón final), para ello es necesario evaluar los cambios que se producen en la salida del sistema de transmisión de potencia y la modificación de los parámetros que entrega el motor (potencia, momento torsor y revoluciones por minuto) así como, las características específicas de los restantes elementos de la cadena cinemática (caja de velocidades, diferencial y ruedas motrices).

El problema principal está dado por el uso ineficiente de herramientas informáticas que ayude a comprender los conceptos teóricos-prácticos sobre el principio de funcionamiento de un vehículo, además los avances en la tecnología del vehículo han ido en un crecimiento continuo siempre buscando desarrollar y mejorar las prestaciones del mismo tal como menciona Manuel Orduz (2013) "...El comportamiento de las cajas automáticas de última generación lo decide un calculador electrónico, cuyo mapeo lo realiza la fábrica teniendo en cuenta las diferentes variables del motor (tamaño, consumo, torque, potencia, etc.). Esto permite realizar acciones antes inimaginables, como pasar de modo de conducción automático a uno manual o 'leer' la manera en que se maneja el vehículo, para ajustarse a las preferencias del conductor..."

Metodología

Se conoce como transmisión el conjunto de órganos mecánicos que se encargan de transmitir el giro del motor hasta las ruedas (Domínguez y Ferrer, 2008).

Los factores a estudiar son los eslabones del sistema de transmisión de potencia del vehículo se pueden identificar en la Figura 1.

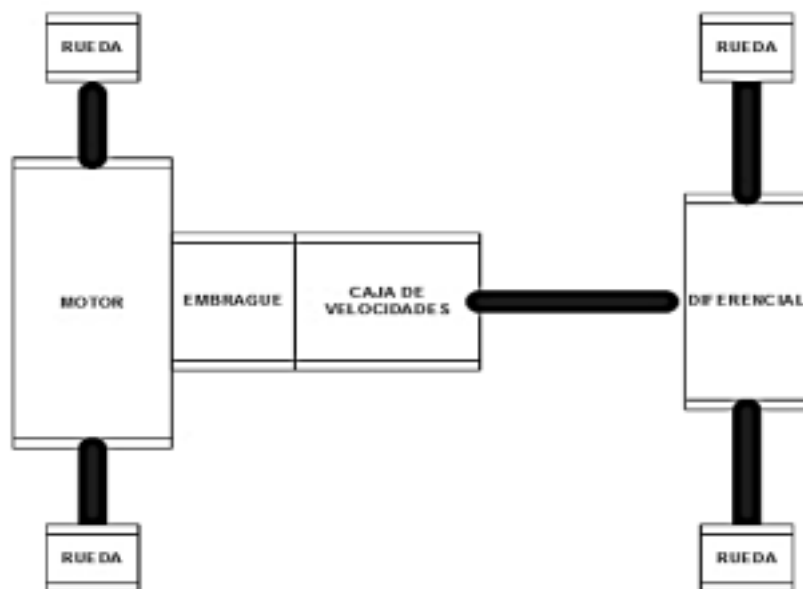


Figura 1: Eslabones del sistema de transmisión de potencia de un vehículo

Los valores de cálculo permiten crear una representación gráfica de la correlación que guardan entre sí, y que sirven para analizar el comportamiento dinámico y cinemático de la interpretación del sistema de transmisión de potencia.

Actualmente, existen simulaciones del tren de potencia centradas solo en el estudio del motor, por ejemplo simulador del “Sistema diésel “Delphi”” y el “Generación de calibraciones óptimas del motor y modelos de motores en tiempo real utilizando modelos – basados en una Caja de Herramientas” (MathWorks, 2017a). En el caso de la simulación del Sistema diésel “Delphi” se puede mencionar que es una herramienta de análisis de software que permita al software la verificación de la fiabilidad del tiempo que aumenta la productividad y el desarrollo de la velocidad (MathWorks, 2017b). En la simulación de la Generación de calibraciones óptimas del motor y modelos de motores en tiempo real utilizando modelos – basados en una Caja de Herramientas, está basado en el uso de productos de “The MathWorks” para las matemáticas avanzadas, estadística y optimización con el fin de reducir el número de prototipos de vehículos necesarios para calibrar los motores y cumplir con las normas internacionales (MathWorks, 2017c).

Manejo de variables

Para el manejo de las variables de estudio se tomó cada uno de los cálculos que intervienen en el sistema de transmisión de potencia de un vehículo (Kindler, 1986), como son:

Cálculos en el motor: Todo motor térmico posee los siguientes cálculos para obtener su transmisión de fuerza y movimiento:

Relación carrera – diámetro (α): La carrera es la distancia que recorre el pistón desde el punto muerto superior (PMS) hasta el punto muerto inferior (PMI). (Véase Ecuación 1)

$$\alpha = \frac{s}{D} \quad (1)$$

Donde:

- α Relación carrera – diámetro
- s Carrera
- D Diámetro del cilindro

Volumen o cilindrada unitaria (V_h): Es el volumen de un cilindro. Su unidad de medida es el cm^3 y también se lo puede medir en litros (Lt). (Véase Ecuación 2)

$$V_h = \frac{D^2 * \pi * s}{4} \quad (2)$$

Donde:

- V_h Volumen unitario

Volumen o cilindrada total del motor (V_H): Es el producto del volumen unitario por el número de cilindros que posee el motor. Su unidad de medida es el cm^3 y también se lo puede medir en litros (Lt). (Véase Ecuación 3)

$$V_H = V_h * i. \quad (3)$$

Donde:

- V_h Volumen unitario
- i Número de cilindros

Par motor (M_M): Es el producto de la fuerza aplicada sobre un cuerpo para hacerle girar, por la distancia al punto de giro (MathWorks, 2017b). La longitud de la muñequilla es constante, no así la fuerza recibida por el cigüeñal, que es distinta para cada número de rpm. Su unidad de medida es el Nm. (Véase Ecuación 4)

$$M_M = F_t * r. \quad (4)$$

Donde:

M_M Par motor

F_t Fuerza tangencial

r Radio del cigüeñal

Potencia (P): Es el trabajo desarrollado por unidad de tiempo. La potencia de un vehículo se desarrolla en el desplazamiento de la carga. Su unidad de medida es el kilovatio (kW) o el caballo de vapor (CV). (Véase Ecuación 5)

$$P = \frac{M_M * n_M}{9.55} \quad (5)$$

Donde:

P Potencia

n_M Revoluciones del motor (rpm)

Cálculos en el embrague: El movimiento de rotación producido por el M.C.I pasa por el embrague y de éste, a través de los árboles se transmite la potencia hasta los puntos en los que es necesaria. Los cálculos principales a obtener en el embrague son los siguientes:

Fuerza de rotación (F_{rot}): Estando desacoplado (desembragado) no aparece ningún rozamiento. Al embragar se produce una transición de rozamiento dinámico a estático. Todo embrague tiene por lo menos 2 pares de discos de fricción la magnitud de la resistencia de rozamiento depende de la presión de los muelles del embrague (fuerza normal) y del coeficiente de rozamiento de la garnición de los discos. Su unidad de medida es el “N”. (Véase Ecuación 6)

$$F_{rot} = F_N * \mu_E. \quad (6)$$

Donde:

F_{rot} Fuerza de rotación

F_N Fuerza de resortes del embrague

μ_E Coeficiente de rozamiento

Par de embrague (M_E): El embrague permite el corte de la transmisión de la fuerza y así el cambio de marchas es seguro. El embrague estando acoplado (embragado) absorbe el par motor y lo cede a la caja de velocidades. Su unidad de medida es el Nm. (Véase Ecuación 7)

$$M_E = (F_{rot} * r_m) * 2. \quad (7)$$

Donde:

M_E Par de embrague

r_m Radio efectivo del embrague

Cálculos en la caja de velocidades: El M.C.I. tiene su máxima capacidad de rendimiento en la zona de autorregulación, esta zona comprende el intervalo de revoluciones entre las del par motor máximo y las de máxima potencia del motor. Debido a esto es que para todas las condiciones de marcha (llano, pendiente, carga, arranque) se mantiene ese intervalo de rpm intercaladas en la transmisión de la fuerza en la caja de velocidades. La caja de velocidades modifica al embrague las distintas marchas la relación entre el motor y el eje motriz. Los cálculos principales a obtener en la caja de velocidades son los siguientes:

Relación de transmisión por el número de dientes (i_{caja}): La caja de velocidades es en cada una de las marchas un doble engranaje y como tal se calcula su relación de transmisión del cambio. A consecuencia de las velocidades tangenciales la rueda menor tiene que girar el doble que la mayor para que el recorrido de ambas sea iguales. La relación de transmisión del cambio es la que existe entre las rpm y las del árbol principal. No posee unidad de medida. (Véase Ecuación 8)

$$i = \frac{z_2}{z_1} \quad (8)$$

Donde:

- i Relación de transmisión en cada marcha de la caja de velocidades
- z_1 Número de dientes de la rueda motriz
- z_2 Número de dientes de la rueda arrastrada

Transmisión del par motor o revoluciones del árbol principal (n_p): La potencia que entra en la caja de velocidades es la misma que sale, es decir, no se altera la potencia (dejando con omisión las pérdidas). Por lo tanto, la caja de cambio reduce las rpm y aumenta el par motor (excepto en marcha directa y superdirecta). (Véase Ecuación 9)

$$n_p = \frac{n_M}{i_{caja}} \quad (9)$$

Donde:

- n_p Número de revoluciones del árbol principal en cada marcha
- n_M Revoluciones del motor (rpm)
- i_{caja} Relación de transmisión en la caja de velocidades

Cálculos en el diferencial: Se constituye de piñón y corona.

Relación de transmisión en el puente por el número de dientes (i_{dif}): La transmisión por piñones es la existente entre las revoluciones del piñón y las de la corona del diferencial. Se calcula igual como en los engranajes de ruedas rectas No posee unidad de medida. (Véase Ecuación 10)

$$i_{dif} = \frac{z_c}{z_p} \quad (10)$$

Donde:

- i_{dif} Relación de transmisión en el puente (:1)
- z_c Número de dientes de la corona del diferencial
- z_p Número de dientes del piñón

Relación de transmisión total (i_t): es la existente entre las rpm y las del árbol de accionamiento, o bien entre el del árbol de accionamiento y el par motor. Las rpm, en su curso hacia las ruedas motrices, sufren dos transformaciones en reducción, primero en la Caja de velocidades y luego en el puente. No posee unidad de medida. (Véase Ecuación 11)

$$i_t = i_{caja} * i_{dif} \quad (11)$$

Donde:

i_t Relación de transmisión total en cada marcha

Cálculos en la rueda

Velocidad con que se desplaza el vehículo en cada una de sus marchas: La velocidad del vehículo depende del tamaño de los neumáticos, las rpm y la relación de transmisión total. Su unidad de medida es: km/h. (Véase Ecuación 12)

$$V_{(I,II,III,IV,R)} = \frac{2 * R_{din} * \pi * n_M * 3,6}{i_{t(I,II,III,IV,R)} * 60 * 1000} \quad (12)$$

Donde:

V_(I, II, III, IV, R) Velocidad del vehículo en las distintas marchas

i_{t(I, II, III, IV, V, R)} Relación de transmisión total (:1)

R_{din} Radio dinámico

Simulador de Cálculos del Sistema de Transmisión de Potencia

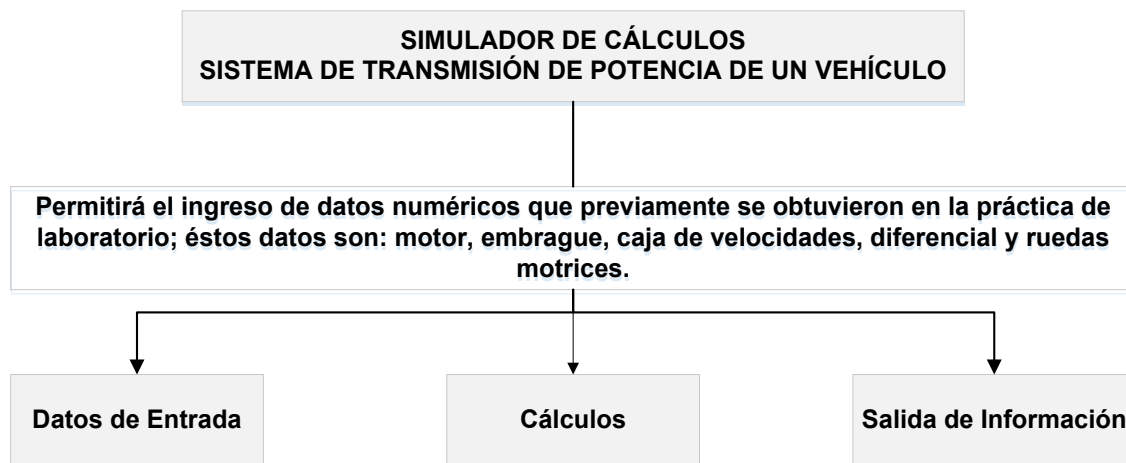


Figura 2: Esquema conceptual de la Plataforma de Cálculo

En la Figura 2 Esquema conceptual de la Plataforma de Cálculo, se define el proceso de manejo del simulador de cálculos, el cual como inicia con el ingreso de datos (véase Figura 3), si éstos son correctos se procede con el cálculo y la representación gráfica del par motor, potencia y velocidad resultante en cada marcha (véase Figura 4). Los resultados son expuestos en la Interfaz del simulador.

Algoritmos del proceso interno del Simulador de Cálculos

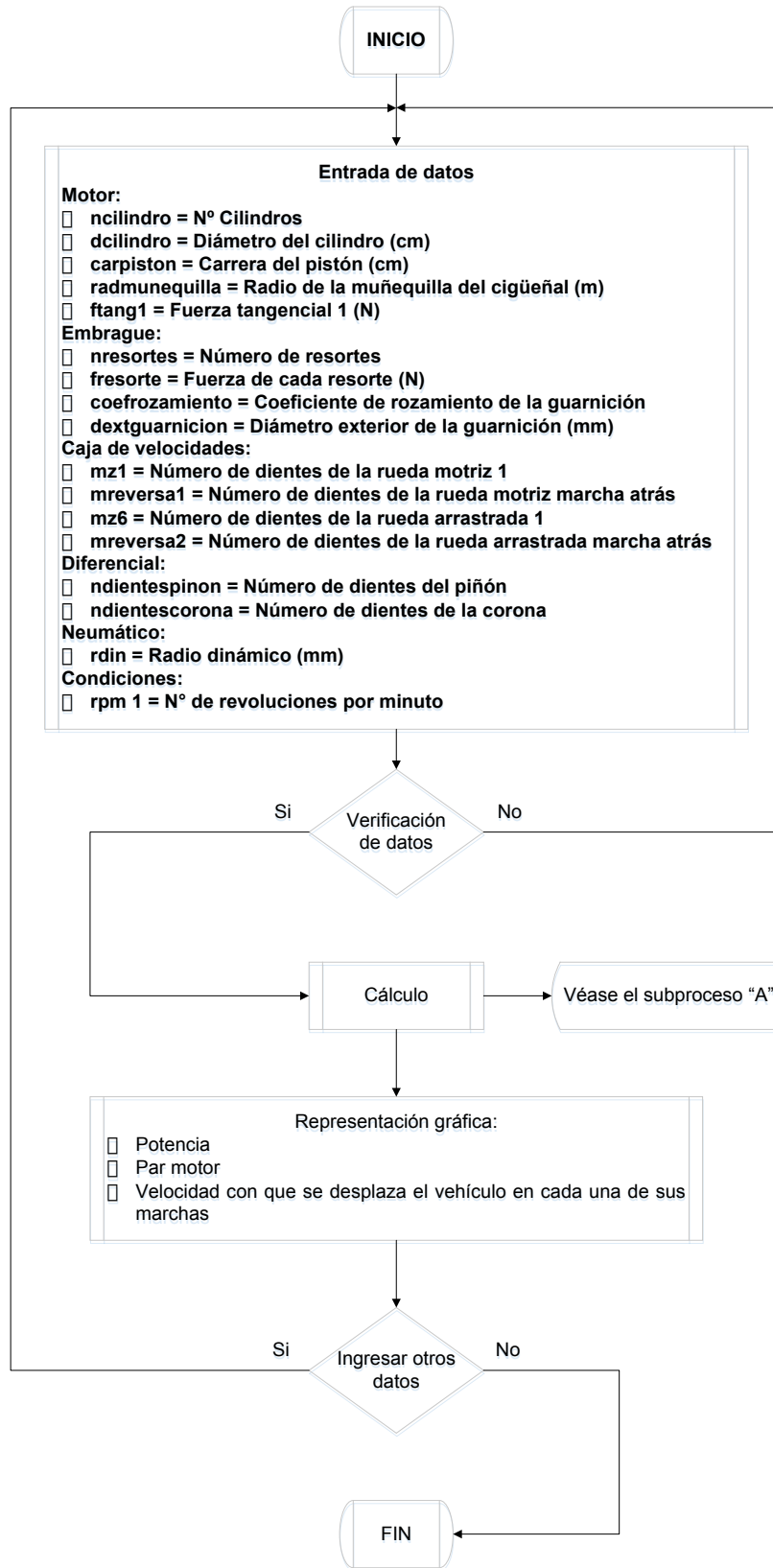


Figura 3: Diagrama de Flujo General de la Plataforma Cálculo

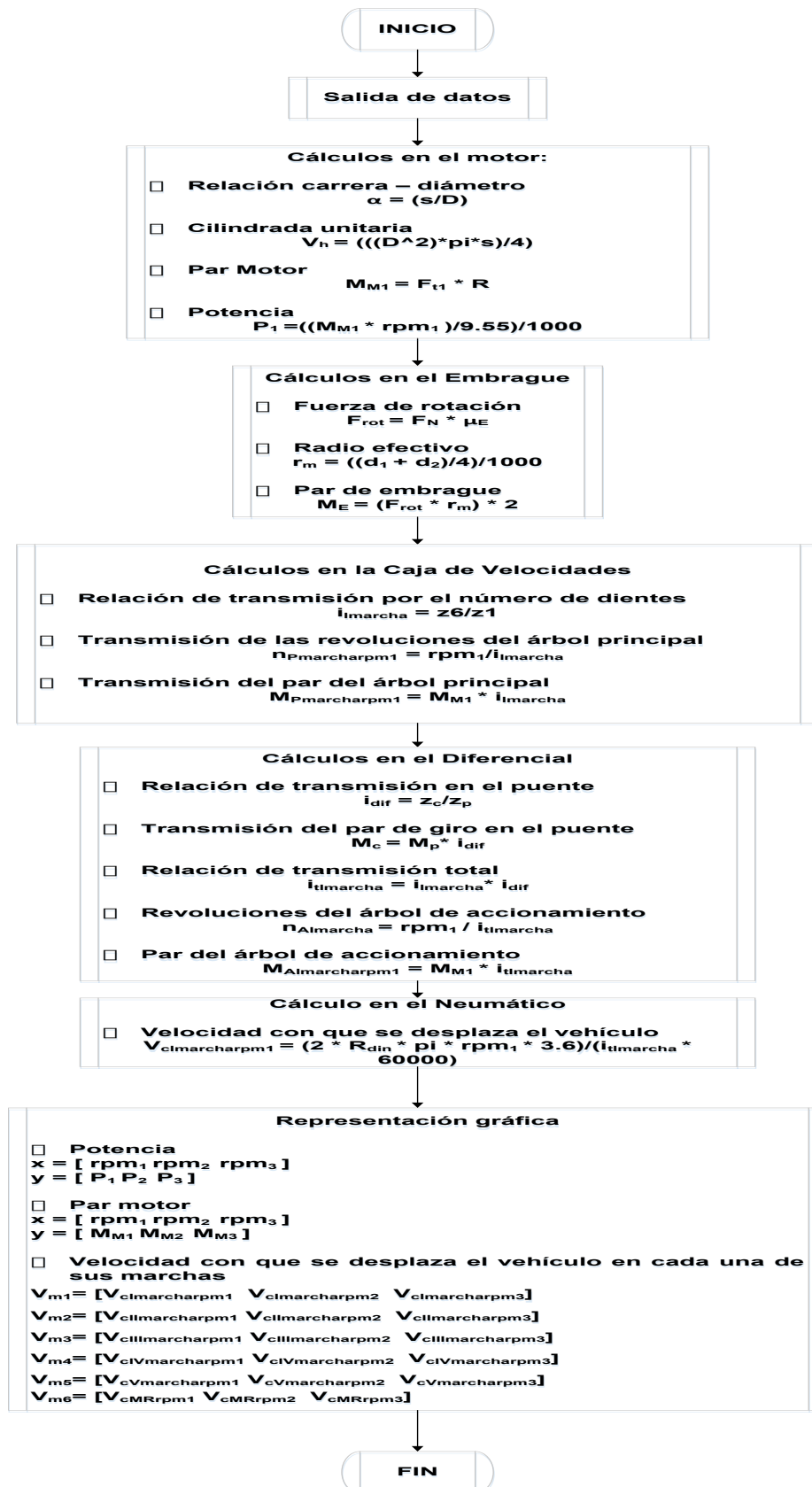


Figura 4: Diagrama Subproceso "A" de la Plataforma

Resultados y Discusión

La plataforma permite simular numérica y gráficamente el comportamiento de los parámetros de torque y número de revoluciones que se alcanzan en el último eslabón de la cadena cinemática (ruedas motrices). Todo esto basado en la variación controlada de las características dinámicas relacionadas con la cinemática del movimiento del motor, la caja de velocidad, el diferencial y las dimensiones diametrales de las ruedas motrices, en los que se le podrán cambiar sus características dimensionales así como, la definición de las condiciones de servicio específicamente el tipo de vehículo, relaciones de transmisión y revoluciones.

En la Figura 5 y 6 se muestran un ejemplo práctico de la aplicación del simulador cálculo con el ingreso de datos y como estos han sido calculados numérica y gráficamente (respectivamente).



Figura 5: Simulador de Cálculos del Sistema de Transmisión de Potencia (Ventana de entrada de datos y visualización de resultados numéricos)

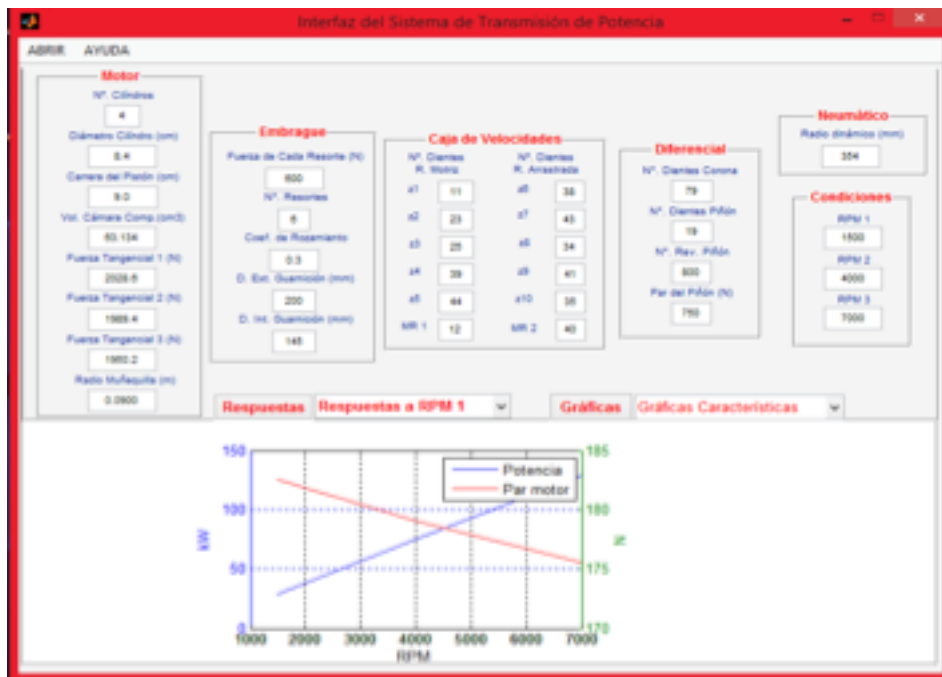


Figura 6: Simulador de Cálculos del Sistema de Transmisión de Potencia (Ventana de entrada de datos y visualización de resultados gráficos)

Conclusiones

La simulación del comportamiento cinemático y dinámico del sistema de transmisión de potencia de un automóvil mediante el software MatLab ha sido posible desarrollarlo por lo que permitirá que el usuario pueda evaluar los resultados que se obtienen al modificar valores en diferentes puntos de la transmisión.

Se definió los medios de entrada y salida que permiten obtener las gráficas resultantes, así como también los resultados obtenidos a partir del ingreso de datos correspondientes de los elementos que conforman la transmisión de potencia, los cuales se pueden variar numérica y gráficamente mediante las características dinámicas relacionadas con la cinemática de la transmisión de potencia generada en el motor, caja de velocidad, diferencial y dimensiones de los neumáticos.

Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones obtenidas y experiencia al realizar la interfaz basada en el Software MatLab, resulta oportuno el divulgar de manera abierta que se implemente en diferentes campos automotrices nuevas interfaces de cálculo relacionadas a cada elemento constituyente del sistema de transmisión de potencia.

Se recomienda realizar una interfaz del Mecanismo Biela – Manivela puesto que es el punto de inicio del sistema de transmisión, es decir donde el M.C.I genera el trabajo (transformación química en mecánica).

Referencias

- Borrell, G., y Nogueras (2013). Matemáticas en Ingeniería con Matlab y Octave (0.1ra ed.). Free Software Foundation.
- Domínguez, E. J., y Ferrer, J. (2008). La transmisión en los vehículos. Recuperado de http://www.editexeboks.es/AdjuntosLibros/Sist_Transm-Frenado_Ud01.pdf

- Kindler, H. (1986). Matemática aplicada a la técnica del automóvil (8° ed.). Barcelona: REVERTE.
- Orduz, M. (2013). Los últimos adelantos tecnológicos en carros - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1990 – El Tiempo.com. Retrieved from <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12865657>
- The MathWorks, Inc. (n.d.) (2017). Learn More About Automotive Solutions. Recuperado de https://es.mathworks.com/solutions/automotive/index.html?s_tid=gn_loc_drop
- The MathWorks, Inc. (n.d.) (2017). Delphi Diesel Systems Ensures Software Reliability and Reduces Time to Market. Recuperado de https://es.mathworks.com/company/user_stories/delphi-diesel-systems-ensures-software-reliability-and-reduces-time-to-market.html
- The MathWorks, Inc. (n.d.) (2017). Analytically Calibrate Powertrain Controllers to Meet Emission Requirements. Recuperado de <https://es.mathworks.com/solutions/automotive/commercial-off-highway-vehicles.html>
- Timon, J. (2008). Características de los motores. Recuperado de http://automocion.bligoo.es/media/users/21/1066192/files/273640/CARACTERISTICAS_DE_LOS_MOTORES.pdf



6

LA IMPORTANCIA DE LA INFORMÁTICA EN LA INGENIERÍA MECATRÓNICA: UNA EXPERIENCIA REFLEXIVA

THE IMPORTANCE OF COMPUTERS IN MECHANICAL ENGINEERING: A REFLECTIVE EXPERIENCE

Pablo Benavides¹

Washington Mosquera¹

Diego Peluffo¹

Diego Terán¹

¹ Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

pabenavides@utn.edu.ec

RESUMEN

La ingeniería mecatrónica es una especialidad relativamente nueva, la cual se conforma por la sinergia y aprovechamiento de características y fortalezas de otras especialidades que ya tienen un largo trayecto a nivel profesional. Particularmente, la formación de un estudiante de mecatrónica involucra técnicas de programación que constituye el cerebro o parte inteligente para el desarrollo de cualquier sistema automático. Por tanto, el área de programación es de uso transversal y debe ser adecuadamente enseñada a los estudiantes de mecatrónica. No obstante, hay evidencia de que algunos educadores en mecatrónica han tomado la errada posición de que los futuros profesionales, al no ser desarrolladores de software, no deberían recibir enseñanza de la programación a profundidad, sino por el contrario, solamente una formación en conceptos básicos. El método aplicado para la realización de este artículo es el experimental, aplicado a partir de experiencia en la práctica profesional y como docentes de las asignaturas de programación básica, avanzada y sistemas de control, en la carrera de ingeniería en mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, lo cual ha permitido presentar una reflexión sobre la importancia y pertinencia del área de programación informática en la enseñanza de mecatrónica. Como conclusión de este trabajo se presenta elementos de discusión y aspectos técnicos para tomar una posición ante la necesidad y pertinencia de la enseñanza de la programación informática para mecatrónica de forma adecuada, es decir, en contexto y a nivel requerido por un profesional en ingeniería, abarcando en partes iguales la sinergia de los saberes que conforman la carrera de Ingeniería en Mecatrónica.

Palabras clave: Informática, mecatrónica, programación, computación.

ABSTRACT

Mechatronics engineering is a relatively new specialty, which is shaped by the synergy and utilization of characteristics and the strengths of other specialties that already have a long journey at the professional level. In particular, the training of a mechatronics student involves programming techniques that constitute the brain or intelligent part for the development of any automatic system. Therefore, the programming area is transversal and must be adequately taught to mechatronics students. However, there is evidence that some mechatronics educators have taken the position of what future professionals, there are no software developers, no treatment receive programming from a depth, but on the contrary, just a training in basic concepts. The applied method for the accomplishment of this article is experimental, applied from the experience in the professional practice and as teachers of the subjects of basic programming, advanced and control systems, in the race of engineering in mechatronics in the Technical University of the North, which has allowed to present a reflection on the importance and relevance of the area of computer programming in the teaching of mechatronics. As a conclusion of this work the elements of discussion and the technicians are presented to take a position before the necessity and the pertinence of the teaching of the computer programming for mechatronics in an appropriate way, that is to say, in the context and level required by a professional in engineering, covering in equal parts the synergy of the acquaintances who make up the Engineering career in Mechatronics.

Keywords: Informatic, mechatronic, programming, computing.

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Mecatrónica se presenta como una cooperación de varios saberes para la creación de resultados que aprovechen y maximicen las potencialidades de cada uno de ellos, de forma dinámica, y por tanto debe ser estudiada con criterios de enseñanza-aprendizaje claramente definidos. Por un lado, es una ventaja que las otras especialidades ya tengan su trayectoria altamente fortalecida, y, por otro lado, se constituye en una gran desventaja, al no poder determinar qué tan profunda debe ser la enseñanza en cada una de ellas.

La idea de que un estudiante de Ingeniería Mecatrónica no tiene la destreza ni el conocimiento necesario para profundizar en la elaboración de programas computacionales, considerando que los componentes necesarios a nivel de tiempo y profundidad de los temas no son adecuados y, de igual manera, que el perfil del Ingeniero Mecatrónico no se enfoca a ser un desarrollador puro (debido a que debe hacerse una distribución más justa del tiempo para desarrollar las otras áreas del conocimiento), es una suposición común en el contexto universitario y carece de argumentos sólidos. Esta idea se ha extendido a diferentes esferas tanto a nivel directivo, como docente e inclusive, a nivel de estudiantes. En efecto, a nivel docente es fundamental reconocer y fomentar la noción de que la formación del Ingeniero Mecatrónico debe estar a cargo de especialistas en áreas específicas del conocimiento, quienes deberían sintetizar los conocimientos de su área específica, de acuerdo con el perfil del Ingeniero Mecatrónico y no exclusivamente de dicha área.

Se ha detectado que el principal inconveniente de un docente de especialidad que enseña en una carrera que está conformada por la sinergia de varias especialidades, se encuentra enmarcado en una percepción que abarca dos posibles escenarios: Por un lado, no puede apartarse fácilmente de sus raíces y trata de llevar a sus estudiantes por la línea en la que el mismo fue formado; y por otro lado, considera que sus estudiantes al ser de otra especialidad, no necesitan una enseñanza profunda de conceptos y habilidades.

Como docentes especializados de la Universidad Técnica del Norte, por casi cuatro décadas en conjunto, a nivel personal, se ha podido comprobar que esta percepción está muy equivocada, ya que, con una buena formación y orientación de los estudiantes en el ámbito de la programación de software, los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica, pueden llegar a desarrollar habilidades para el diseño e implementación de programas informáticos, con igual calidad que la que normalmente desarrollan los estudiantes de Ingeniería de Software durante los primeros niveles de formación académica. No obstante, después de estos niveles, las carreras en general desarrollan la formación específica y, por tanto, es natural que los estudiantes de Ingeniería de Software, al especializarse en esta formación, despusen en conocimientos y habilidades en desarrollo de software, así como los estudiantes de ingeniería mecatrónica en temas de electrónica y mecánica.

Esto ha sido puesto en práctica en varios encuentros de programación básica, donde los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica han obtenido buenos resultados al enfrentar a estudiantes de otras carreras de especialidades netamente dedicadas al desarrollo de software, y, en muchas ocasiones, los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica han incluso brindado asesoría a los estudiantes de Desarrollo de Software de los primeros niveles.

Adicionalmente, la formación de los primeros niveles de Ingeniería, en lo referente a ciencias básicas y específicamente en este caso, en la programación, tiene como objetivo formar e inculcar en el estudiante de Ingeniería habilidades como: Analizar, diseñar e implementar soluciones informáticas. Particularmente, en proyectos de Ingeniería Mecatrónica, habitualmente se requiere elaborar programas computacionales que se relacionen y puedan ser integrados, utilizando y aprovechando el uso de modernas herramientas de desarrollo informático. Por tanto, en este artículo se presenta una reflexión sobre la importancia de la programación en el desarrollo curricular de la carrera en Ingeniería Mecatrónica. Dicha reflexión se realiza desde un punto de vista de currículo, técnico-conceptual y experiencia personal.

El resto de artículo está estructurado así: En la sección II, se presenta las definiciones básicas relacionadas con Ingeniería Mecatrónica. En la sección III, se presenta la metodología aplicada. En la sección IV, se presenta el análisis de resultados. Finalmente, en la sección V, se menciona los comentarios finales, las conclusiones, el trabajo futuro de la presente reflexión y las referencias utilizadas para la elaboración del presente artículo.

En este apartado se define conceptos necesarios para la reflexión y la discusión posteriores, abarcando definiciones de: Ingeniería mecatrónica, y software.

Ingeniería mecatrónica

La ingeniería mecatrónica es una sinergia (combinación necesaria), entre ingeniería mecánica, electrónica, sistemas de control e informática, para crear procesos y maquinas inteligentes e innovadores que permitan solucionar problemas en maquinaria, robots, procesos industriales, autos, naves, aviones y demás relacionados que permitan mayor utilidad y desarrollo en la sociedad tanto en la ingeniería y en la ciencia y tecnología (UPV, s.f.)

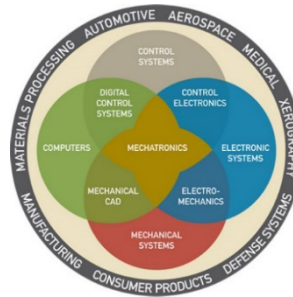


Figura 1. Relación de la Mecatrónica con otras especialidades

Un error muy común es pensar que en esta especialidad, el uso de las computadoras no va más allá del diseño y simulación de piezas, la realización de documentos, escuchar música y ver fotos; sin embargo la realidad es completamente distinta, ya que el uso del dispositivos informáticos abarca más que un simple computador de escritorio, una laptop o una Tablet; en la actualidad la mayoría de equipos de uso cotidiano, contienen componentes electrónicos muy avanzados para poder ser controlado, así un micro ondas, una cocina, un refrigerador, una lavadora, un celular y hasta una simple cafetera puede contener avanzados sistemas en su interior.

Sistema Informático

Un sistema informático (conocido también como sistema de cómputo), se define como un conjunto de elementos organizados, que interactúan unos con otros, para lograr ciertos objetivos operando sobre la información. Estos elementos son componentes físicos (Hardware), los programas (Software), los usuarios (Humanware), algunos autores incluyen en esta organización los datos. Todos estos componentes son importantes y cada uno de ellos juega un papel fundamental para el correcto funcionamiento del sistema, de tal manera que ellos deben complementarse, ser compatibles y evolucionar a la par.



Figura 2. Componentes de un Sistema Informático

En mecatrónica, los dispositivos más usados además de un PC de escritorio son: Microprocesadores, Microcontroladores y PLC's; cada uno con capacidades y potencialidades diferentes, y su uso dependerá del sistema donde se quiera incorporar

Software

Corresponde a la parte intangible de un computador, la palabra software se refiere a las instrucciones que se incorporan a un sistema informático para que este lleve a cabo una determinada función.



Figura 3. Clasificación de Software

Programación

Es el proceso de diseñar, codificar, depurar y mantener el código fuente de un programa computacional, el cual fue desarrollado en un lenguaje de programación, con el propósito de solucionar o automatizar algún proceso específico. Puede orientarse a un funcionamiento netamente a nivel de software, inclusive en forma multiplataforma, de la misma manera puede implementarse para controlar y/o recibir información de otros programas o dispositivos hardware, para trabajar con los datos recibidos.

PLC (Controlador Lógico Programable)

PLC es el acrónimo de Controlador Lógico Programable (en inglés Programmable Logic Controller). Aparecen debido a la necesidad de dispositivos electrónicos cada vez más pequeños y funcionales, que enlacen las entradas y salidas de un proceso industrial y se procesen estos datos permitiendo controlar dicho proceso a diferencia de sistemas cableados con una mejor prestancia y velocidades de reacción extremadamente grandes, se ha logrado desarrollar dispositivos electromecánicos programables, utilizados especialmente en industria automática o automatización industrial. Los cuales a diferencia de los pc convencionales que son de propósito general, los PLC están diseñadas para trabajar con múltiples señales de entrada y salida, rangos de temperaturas específicos y ampliados, resistencia a factores como vibración, campos electromagnéticos e inclusive resistencia a impactos. Una característica importante de estos dispositivos es su trabajo en tiempo real, para que los resultados de salida, deben ser producidos como respuesta a las condiciones de entrada, dentro de un tiempo específico y limitado, para que produzca el resultado y comportamiento esperado.

Entre las principales ventajas de trabajar con PLC's tenemos:

- Menor tiempo empleado en su elaboración.
- Realizar modificaciones sin cambiar cableado.
- La lista de materiales y componentes, es muy reducida.
- Se requiere un mínimo espacio de aplicación.
- Menor costo.
- El mantenimiento es económico por tiempos de paro reducidos

Entre las potencialidades de los plcs podemos también agregar las formas de “programarlos” es decir, determinar su funcionamiento y el tratamiento de las señales de entrada y salida. Estas formas son definitivamente computación aplicada tanto en interfaces graficas especiales o formatos de programación con un formato de funciones lógicas.

- Gráfico secuencial de funciones (Grafcet)
- Lista de instrucciones.
- Texto estructurado.
- Diagrama de flujo.
- Diagrama de contactos o Lógica de Escalera o Ladder Logic.
- **Comunicación y protocolos de Comunicación entre PLC**

Las comunicaciones a este nivel deben poseer unas características particulares para responder las necesidades de intercomunicación en tiempo real que deben ser capaces de resistir ambientes hostiles con ruido y electromagnetismo de tal forma que permita relacionar todos los dispositivos para lograr que los procesos industriales cumplan con sus funciones y con una debida intercomunicación entre ellos como se muestra en la figura 4

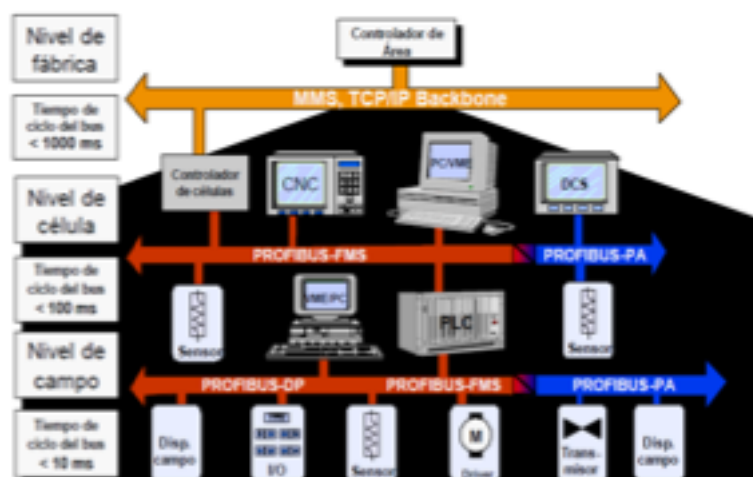


Figura 4. Comunicación y redes entre PLC

Para la comunicación entre cada equipo básicamente trabajan a nivel computacional como se muestra en la figura 5 en la cual se muestran las diferentes capas que permiten esta interconexión.

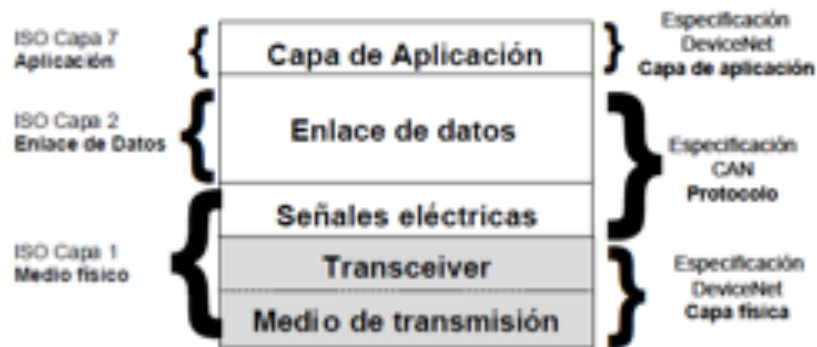


Figura 5. Ubicación de las capas ISO/OSI de DeviceNet y empleo del protocolo CAN en DeviceNet

METODOLOGÍA

Para la realización de este estudio, se aplicó la metodología experimental desde el punto de vista de la docencia universitaria en la carrera de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, gracias al análisis de funcionamiento y rendimiento por parte de los estudiantes en la elaboración e implementación de proyectos integradores, entre diferentes asignaturas, en los cuales se puede aprovechar las destrezas adquiridas en varias asignaturas, y para este caso, principalmente con las asignaturas de programación. El cual se complementará con el método de la observación de los procesos realizados en asignaturas de niveles superiores, en las cuales se aplica los principios de programación informática.

Como indican Poikela (E & S), Barrios-Ananibar (Barrios, 2005) y Barrios-Ananibar (Barrios, Luis, & Pablo, Learning by Experience and by Imitation in Multi-Robot Systems), se ha comprobado que el aprendizaje por parte del estudiante en el desarrollo de nuevas tecnologías, es un proceso que implica la elaboración de muchas prácticas y un correcto entendimiento de los elementos de un programa informático y sus diferentes iteraciones. De la misma manera la necesidad de implementar programas informáticos que satisfagan los requerimientos específicos, utilizando estructuras estáticas de almacenamiento y aprovechando las características de la programación orientada a objetos, en la malla original estaba orientada en la asignatura de programación avanzada, cubrirla durante todo un semestre, sin embargo, debido a que se ha detectado que al implementar los principios de Programación Orientada a Objetos en la programación básica, se puede culminar con el pensum en medio semestre, y dedicar el final del mismo para avanzar en conocimientos de otro lenguaje que será utilizado a nivel superior, como lo es Matlab.

De esta manera al aplicar esta metodología durante siete semestres consecutivos, se ha logrado cubrir las necesidades de programación en los niveles superiores, donde se ha comprobado que los estudiantes tienen una lógica estructurada más firme y conocimientos más sólidos en cuanto a desarrollo de aplicaciones informáticas. Lo cual es una necesidad en el nuevo actual ingeniero, como lo indica Jimenez (Eusebio, y otros, 2014), y mucho más en el ámbito de la mecatrónica.

En base a estos resultados, se ha brindado apoyo en la elaboración de la nueva malla de estudio aprobada en la Reforma de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte, aprobada por el Consejo de Educación Superior del Ecuador en el 2016, en la cual se implementará las asignaturas de programación para el tercer y cuarto nivel, donde los estudiantes ya cuentan con la lógica básica perfeccionada por medio de la aprobación de las asignaturas básicas de ingeniería. Y de esta manera poder elaborar aplicaciones más avanzadas, debido al grado de conocimiento de los estudiantes a ese nivel. Esta nueva reforma entrará en funcionamiento a finales del 2017. A la par, se ha tomado en cuenta esta aplicación a nivel de la red de Ingeniería en Mecatrónica del Ecuador, para implementarla de igual manera en las Universidades miembros de dicha red.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El conocer claramente el ámbito de desarrollo de la Ingeniería Mecatrónica, nos permite orientar la formación de los futuros ingenieros, desde sus bases, aplicando ejercicios prácticos y fortaleciendo ciertas capacidades en ellos, que serán explotadas más adelante durante su formación académica y luego en su ambiente laboral, lo cual concuerda con el estudio Diagnóstico y Prospectiva de la Mecatrónica en México, elaborado por la Secretaría de Economía (SE) y la Fundación para el desarrollo de las nuevas tecnologías (Funtec) [6] y con el punto de vista de Braxton (John, 1996).

Esto ha permitido reestructurar el contenido del syllabus de las asignaturas de programación básica y de programación avanzada, las cuales son las dos asignaturas de desarrollo de programación informática que reciben los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, donde se ha desarrollado el presente artículo.

En principio las bases de programación informática, es idéntica en los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica con los estudiantes de Ingeniería de Software, ya que los principios de desarrollo de software son universales.

La programación informática al igual que muchos conceptos matemáticos entran muchas veces en el paradigma por parte de los estudiantes e incluso muchos profesionales, que dicen no saber porque reciben esta asignatura, o que nunca han aplicado o utilizado estos conceptos o fórmulas, sin comprender que al cursar estas asignaturas, están fortaleciendo y mejorando su forma de automatizar tareas y enfrentar problemas, que más adelante aplicarán no solo en su vida profesional, sino inclusive en su diario vivir. Tal y como lo afirma Orlor (Jose, 2012).

El avance desmesurado de la tecnología, hace que esta controle cada vez más nuestras vidas, de tal manera que se ha vuelto indispensable que el profesional de hoy, accedan a una serie de herramientas para crear algo, desde lo básico a lo complejo.

Esto ha permitido a la industria ofrecer posibilidades de desarrollo de aplicaciones mucho más fáciles orientadas al público en general, quienes sin mayores conocimientos de programación pueden desarrollar aplicaciones muy interesantes. Tal es el caso de los lenguajes de programación visuales intuitivos, tipo Scratch o Kodu, en los cuales su desarrollo es muy distinto a otros lenguajes de programación tipo texto, donde el usuario debe conocer la sintaxis, estructura y forma de escribir, tal es el caso de Logo, C#, Matlab, entre otros.

Mark Guzdial en su libro *Learner-centered design of computing education: Research on Computing for Everyone* (Mark, 2015), afirma que los lenguajes visuales producen una falta de conexión con la profesión informática, o una falta de autenticidad y verdadero conocimiento de lo que se está desarrollando, justamente por la facilidad con la que permiten desarrollar aplicaciones. Y aclara que los lenguajes de programación tipo texto, fomentan habilidades, como creatividad, capacidad de resolución de problemas y trabajo en equipo, gracias al desarrollo del pensamiento computacional, y que se ve reflejado en el estudio de le FUNTEC (FUNTEC).

Desde este punto de vista, se puede afirmar que la programación textual exige un mayor esfuerzo de abstracción por parte del programador, así como una mayor atención a evitar el error en el desarrollo de su programa, y por otro lado su código se vuelve más escalable y más fácil de migrarlo a otro lenguaje de programación.

Al compartir este punto de vista, se ha logrado ir adaptando el contenido de las asignaturas de programación para lograr, los resultados esperados, dando una mayor importancia a la programación informática en la carrera de Ingeniería Mecatrónica.

Para la asignatura de Programación Básica, se aporta al perfil profesional del estudiante ya que se fomenta la capacidad para desarrollar aplicaciones de software, la sensibilidad y conocimientos para hacer uso eficiente de las herramientas de programación de alto nivel. En competencias específicas, se promueve el diseñar e implementar estrategias y programas para el control de los dispositivos en los sistemas Mecatrónicos. Diseñando interfaces gráficas a través de lenguajes de programación actuales como Java y un desarrollo a nivel de código y consola. Para lograrlo, se ha implementado proyectos de fin de asignatura que fortalecen estas habilidades, que

fortalecen su preparación para la carrera, tal es el caso de:

- Manejo de menú con varias opciones y niveles.
- Simulación de un tablero de leds, a nivel de código y con salida ASCII.
- Elaboración de Chat Bots, sin uso de procesos de inteligencia avanzados.

De la misma manera en la asignatura de Programación Avanzada, se aporta al perfil profesional reforzando mucho más la capacidad para desarrollar aplicaciones de software, así como la sensibilidad y conocimientos para hacer uso eficiente de las herramientas de programación de alto nivel. En competencias específicas, se promueve diseñar e implementar estrategias y programas para el control de los dispositivos en los sistemas Mecatrónicos, diseñar interfaces gráficas que permitan el manejo de datos utilizables, a través de lenguajes de programación actuales como es el caso de C# y Matlab, a nivel de código y consola. De esta manera se ha logrado desarrollar con los estudiantes de esta asignatura aplicaciones como:

- Automatización de procesos de Autocad, como proyecto de fin de nivel, de las asignaturas de Programación Avanzada y Dibujo Mecánico 1.
- Desarrollo de aplicaciones que utilicen una combinación de varios lenguajes de programación, por ejemplo, el uso de Matlab para la realización de cálculos complejos y de C#, aprovechando los pilares de la Programación Orientada a Objetos, para el desarrollo de interfaces de comunicación con el usuario.
- Desarrollo de aplicaciones que simulen el comportamiento de un dispositivo mecatrónico solo a nivel de software, por ejemplo, el desarrollo de un programa que simule el comportamiento de un objeto que pueda evadir obstáculos de forma básica.
- Desarrollo de simuladores de dispositivos electromecánicos como PLC, electro válvulas, motores eléctricos, entre otros.

De esta manera, el estudiante de Ingeniería Mecatrónica, al realizar desarrollos a nivel de texto y consola tiene una visión más clara del conocimiento que podrá explotar más adelante en su carrera, y cuando utilice herramientas de desarrollo gráficas, tendrá un entendimiento más claro de lo que está realizando, similar a lo que dice Riedijk (J.) en su postulado.

CONCLUSIONES

Las actividades de investigación han contribuido a la actualización del syllabus de las asignaturas de programación básica y avanzada de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte, de una forma positiva, ya que se ha visto la necesidad de fortalecer su contenido por medio del refuerzo de tópicos de análisis y desarrollo de programas.

El futuro profesional debe conocer el funcionamiento y comportamiento de las instrucciones y rutinas básicas de programación, así como de su correcta aplicación, lo cual será aplicado en los niveles superiores de la carrera en otras asignaturas, e inclusive en el desarrollo de trabajos finales y trabajo profesional.

Si bien es cierto, en la actualidad se puede contar con mucho software de desarrollo de tipo bloque o visual, los cuales permiten crear fácilmente soluciones software, estos a la vez crean una errada idea de facilidad de desarrollo de programas, ya que automatizan muchos procesos de forma totalmente oculta para el desarrollador, el cual solo se da cuenta de ello cuando quiere personalizar o ahondar un poco más en el desarrollo de la aplicación que está diseñando.

Se ha comprobado que los estudiantes de Programación Básica de Ingeniería Mecatrónica, están al mismo nivel de desarrollo de aplicaciones que los estudiantes de nivel 1 en la carrera de Ingeniería de Software, lo cual ha sido demostrado a nivel de debates académicos elaborados a nivel de Facultad dentro de la Universidad Técnica del Norte. De la misma forma, los estudiantes de Programación Avanzada de Ingeniería Mecatrónica, están en capacidad de tener una visión más clara de la aplicabilidad de estas asignaturas en su futuro académico y profesional.

Los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica, no por ser de una carrera diferente a Ingeniería de Software, deben sentirse en menos capacidad que los estudiantes de otras especialidades, al contrario, tienen la capacidad de entablar debates y conversaciones de alto nivel, respecto a principios y fundamentos de programación con estudiantes y profesionales de Desarrollo de Software.

En el aspecto social, el nivel actual con el que cuenta el estudiante de Ingeniería Mecatrónica, respecto a programación informática, ha permitido fortalecer su autoestima personal, ya que por ejemplo, al fortalecer los conocimientos básicos de programación, los estudiantes en los niveles superiores pueden avanzar más rápido en el uso de herramientas de desarrollo informático, lo que permite a la vez que los docentes de las asignaturas posteriores puedan especializarse más en conceptos avanzados.

REFERENCIAS

- J. B. (1996). *Contrasting perspectives on the relationship between teaching and research*. New Directions for Institutional Research.
- B. A., L. G., & P. A. (2008). *Learning by Experience and by imitation in multi-robot*. *Frontiers in evolutionary robotics*.
- B. A. (2005). *Estratégias Baseadas em Aprendizado para Coordenação de uma Frota de Robôs em Tarefas Cooperativas*. *Disertación en Maestría*.
- B. A., L. C., & P. A. (s.f.). *Learning by Experience and by Imitation in Multi-Robot Systems*. *International Journal of advanced robotic system*.
- B. Á., C. G., B. S., & G. L. (s.f.). *A Fuzzy Logic Inference Approach for the Estimation of the Passengers Flow Demand*. *En Proceedings of the International Conference on Fuzzy Computation and International Conference on Neural Computation, ICFC2010- ICNC2010*. Valencia, España.
- B. S. (2003). *Grid Computing. Un nuevo paradigma de computación distribuida*. .
- FUNTEC. (s.f.). *Diagnóstico y prospectiva de la mecatrónica en México*. *En C. d. S.C.*.
- E. J., A. G., E. N., I. B., B. N., J. C., & O. A. (2014). *Experiencias en investigación y docencia en la carrera de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad la Salle Noroeste*. *Twelfth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2014) "Excellence in Engineering To Enhance a Country's Productivity"*. .
- E. P., & S. P. (s.f.). *Concepts of learning and the implementation of Problem-based learning*. *Zeitschrift für Hochschuldidaktik, Special Issue. Problem-based learning: theory, practice and research*. 21.
- J. O. (2012). *Docencia-Investigación: ¿una relación antagónica, inexistente o necesaria?* *Revista sobre enseñanza del Derecho*.
- J. R. (s.f.). *Ten propositions on mechatronics*, *en Mechatronics in Products and Manufacturing Conference*. Lancaster.
- M. G. (2015). *Learner-Centered Design of Computing Education: Research on Computing for Everyone*. *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*, 6, 1-165.
- UPV. (s.f.). *Recuperado el 29 de Marzo de 2017, de <https://www.upv.es/titulaciones/MUIMECA/>*



ESTADO DEL ARTE PARA TÉCNICAS SUPERVISADAS Y NO SUPERVISADAS DE MACHINE LEARNING EN LA IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DISTINTIVOS DE CÁNCER DE MAMA

THE STATE OF THE ART FOR SUPERVISED AND NOT SUPERVISED SKILLS OF MACHINE LEARNING IN THE IDENTIFICATION OF DISTINCTIVE FEATURES OF BREAST CANCER

María Andrade¹

Camilo Medina¹

Evelyn Calvache¹

Esteban Baez¹

¹Universitaria Autónoma de Nariño, Pasto - Nariño - Colombia

isabelandrade487@gmail.com

Resumen

Siendo el cáncer de mama la causa número uno de muerte entre las mujeres alrededor del mundo, su detección temprana es de vital importancia; actualmente se recurre a mamografías, autoexamen, biopsias, etc. métodos que no dan un resultado óptimo, razón por la cual en los últimos años se ha buscado el apoyo tecnológico específicamente de machine learning con el desarrollo de algoritmos supervisados y no supervisados que ayuden a la detección y diagnóstico temprano de este padecimiento, por lo tanto, el propósito de este artículo es proporcionar a futuros investigadores el material necesario para desarrollar sus propuestas tomando los últimos avances de machine learning aplicadas al análisis de datos. Se tomaron artículos que aprovechan los diversos tipos de datos que se pueden obtener de los exámenes médicos relacionados con el cáncer y específicamente del cáncer de mama, estos datos pueden tener cualquier forma, numéricos, tipo texto o incluso imágenes, y para tratarlos debemos recurrir a diferentes métodos y algoritmos. Analizando los resultados obtenidos podemos dar una perspectiva sobre la forma más eficiente de abordar este recurso. Como resultado se evidencia el uso de métodos no supervisados en parte del proceso de identificación de etiquetas, que si bien, no es un diagnóstico como tal, es indispensable para establecer las categorías que serán entrenadas en el futuro mediante el uso de métodos supervisados. Luego notamos como el uso de técnicas como redes neuronales y máquinas de soporte vectorial son las más usadas y se expone criterios para elegir una u otra, así mismo el tipo de dato más frecuente es el que se obtiene como resultado de la mamografía de cribado que es de tipo imagen.

Palabras claves: cáncer de mama, machine learning, supervisado, no supervisado, algoritmo.

Abstract

As breast cancer is the leading cause of death among women worldwide, early detection is of vital importance. Yet current methods, such as self-examination, mammography, and biopsies, do not give optimal results. This is why technological help has been sought in recent years, specifically that of machine learning, with the development of supervised and unsupervised algorithms that assist in the detection and early diagnosis of this disease. The objective of this article is to provide future researchers with the necessary material to develop their proposals, taking the latest advances in machine learning applied to data analysis. Articles were selected that exploit the various types of data that can be obtained from cancer-related medical tests, and specifically for breast cancer. This data can have any form, number, type of text, or image, and to address them we must resort to different methods and algorithms. Analyzing the results obtained can give a perspective on the most efficient way to approach this resource. As a result, the use of unsupervised methods is evident in part of the label identification process, which is not a diagnosis as such, but is indispensable to establish the categories that will be trained in the future through the use of supervised methods. Then we note how techniques such as neural networks and vector support machines are the most used, the criteria for choosing one or the other are exposed, and that the most frequent type of data obtained as a result of mammography screening is an image.

Keywords: Breast cancer, Machine Learning, Supervised, Non-Supervised, algorithm

Introducción

El diagnóstico temprano de cáncer de mama es fundamental y los métodos usados actualmente cumplen parcialmente con este cometido, ofrecer un buen diagnóstico a tiempo es la mejor estrategia en el control de este padecimiento. Actualmente se ha investigado mucho sobre los aportes que el campo de Machine Learning ofrece al proceso de diagnóstico temprano de cáncer de mama, estos algoritmos abren todo un nuevo universo de posibilidades que pueden ser aprovechadas para salvar miles de vidas.

El método más usado en la detección del cáncer es la mamografía de cribado, este procedimiento da como resultado imágenes difíciles de interpretar, ya sea por la calidad de la imagen o por el nivel de especialización del radiólogo que la analice. Esto pone de manifiesto las limitaciones humanas en el procesamiento de elevadas cantidades de información, en este caso, de imágenes que pueden ser interpretados según miles o millones de variaciones, y aun el más experimentado es susceptible de pasar por alto detalles que para una máquina serían evidentes.

Teniendo esto en cuenta se plantea hacer un análisis del estado del arte de los métodos supervisados y no supervisados de algoritmos de Machine Learning para la detección de cáncer de mama. Es indispensable ofrecer un punto de partida actualizado para futuros proyectos que estén interesados en profundizar el estudio de esta necesidad. Esto nos permitirá ofrecer un criterio de elección que responda las siguientes dudas de un hipotético investigador: ¿Qué método debería usar en mi estudio?, ¿Supervisado?, ¿No supervisado?

Se plantea entonces organizar la estructura del artículo en técnicas y algoritmos supervisados en contraste con los no supervisados, analizando artículos relacionados o equivalentes de forma que permita obtener un criterio de elección en función de sus resultados, costos computacionales, efectividad y otros factores relevantes al momento de implementar un algoritmo de Machine Learning.

Técnicas no supervisadas

Dermatologist-Level Classification Of Skin Cancer With Deep Neural Networks

Si bien las redes neuronales pueden orientarse como supervisadas o no supervisadas, la naturaleza de los datos necesarios para el diagnóstico de cáncer de piel hizo decantar a los investigadores hacia el uso de técnicas no supervisadas.

El cáncer de piel es diagnosticado de forma visual, son las imágenes las que darán al especialista las primeras pistas para iniciar análisis más profundos, teniendo eso en cuenta, el artículo demuestra que es posible el uso de redes neuronales de forma no supervisada para establecer patrones que luego pueden ser analizados como potencialmente cancerígenos.

Actualmente se está usando este método para realizar diagnósticos cuando los datos que alimentan al algoritmo son visuales. Teniendo eso en mente, se extrapola esta metodología para aprovechar los datos de tipo imagen para el diagnóstico de cáncer de mama, donde se cuenta con una amplia gama de análisis que generan resultados de este tipo.

Sin embargo el algoritmo de Redes neuronales convolucionales que fue usado para esta investigación toma como un etapa la de clustering, para luego usar un núcleo entrenado que permite dar prioridad a los píxeles que tengan características cancerígenas, dándoles un valor numérico más elevado y llegar finalmente a la predicción del cáncer.

El clustering es usado para identificar enfermedades, pero es más potente al ser usado en un entorno entrenado. Se podrían usar técnicas no supervisadas para descubrir patrones en las imágenes clasificadas como cancerígenas, para luego ser usadas como punto de referencia al entrenar otros algoritmos para que puedan identificarlas en muestras en vivo. (Esteve et al., 2017)

Técnicas supervisadas

Biomedical Data Analysis Toolkit

Es una herramienta de software desarrollado en java que provecha el poder de la computación en malla (Grid

computing), para analizar diferentes algoritmos que se usan comúnmente en el campo biomédico. Esta herramienta está centrada en el entrenamiento de Redes Neuronales (Artificial neural network - ANN) y máquinas de soporte vectorial (Support Vector Machines – SVM), por medio de diferentes tipos de algoritmos, que permitan obtener la mejor curva ROC (Receiver Operating Characteristic) posible. (Ramos-Pollán, Guevara-López, & Oliveira, 2012)

Gracias a este estudio tenemos una excelente comparación entre estos dos modelos computaciones ANN y SVM, al ser entrenados mediante diferentes algoritmos.

Tabla 1
Tipos de algoritmos usados y su descripción

Algoritmo	Descripción
ffbp	feed forward ANN trained with backpropagation
ffbproc	ffbp modified for ROC optimization
ffrp	feed forward ANN trained with resilient propagation
ffrproc	ffrp modified for ROC optimization
ffsa	feed forward ANN trained with simulated annealing
ffsaroc	ffsa modified for ROC optimization
ffga	feed forward ANN trained with genetic algorithms
ffgaroc	ffga modified for ROC optimization
csvc	cost based Support Vector Machine

Breve descripción de los tipos de algoritmos usados en este artículo.

Nota: Tomada de (Ramos-Pollán, Guevara-López, & Oliveira, 2012)

Tabla 2
Porcentaje de elementos correctamente clasificados de algoritmos en función del dataset

		DATASET													
BEST PCT	EN-GINE	bcw	bcwd	haber	heartsl	hepat	liver	mmass	park	pgene	pima-diab	spam	spectf	tictac	promedio
	ffbp	86,59	95,00	69,82	89,52	88,63	71,33	83,73	93,47	89,09	70,50	78,76	57,95	81,10	81%
	ffb-proc	90,17	95,06	73,93	91,41	89,11	80,85	91,74	98,28	93,38	74,24	82,90	67,18	88,06	86%
	ffrp	81,41	95,09	62,72	93,08	92,33	75,71	88,43	98,29	94,36	79,90	83,63	90,80	88,64	86%
	ffr-proc	88,10	96,47	92,34	93,12	93,59	80,02	94,96	98,19	96,14	81,73	85,86	93,74	94,09	91%
	ffsa	97,14	92,70	82,17	90,03	94,69	80,78	95,23	97,32	88,50	83,12	80,42	90,30	84,91	89%
	ffsa-roc	92,75	95,04	84,65	96,30	95,33	81,62	90,83	98,03	87,74	82,41	90,81	90,83	94,85	91%
	ffga	82,26	92,41	82,01	96,30	87,63	67,05	88,50	94,40	73,37	81,23	68,69	85,67	72,57	82%
	ffga-roc	86,77	96,89	81,74	92,91	87,19	76,04	92,98	96,52	80,27	83,35	78,68	86,86	80,49	86%
	c-svc	97,14	97,65	93,75	94,71	95,25	80,26	92,34	97,67	93,16	82,25	91,93	93,38	95,71	93%

El mejor porcentaje de elementos correctamente clasificados en la parte de prueba del conjunto de datos o su precisión corresponde a las máquinas de vectores de soporte (SVC), también es evidente como las modificaciones a los algoritmos para obtener una mejor curva ROC tienen mayor precisión.

Nota: Tomada de (Ramos-Pollán, Guevara-López, & Oliveira, 2012)

An evaluation of image descriptors combined with clinical data for breast Cancer diagnosis

Otra de las herramientas utilizadas para el diagnóstico de cáncer de mama es por medio de la evaluación de descriptores de imagen combinada con datos clínicos, en esta herramienta se pueden utilizar descriptores de imagen, datos demográficos, observaciones clínicas o combinaciones, con el objetivo de clasificar las lesiones. Para realizar un diagnóstico asistido por propósito (CADx) este se basa en sistemas de diagnóstico y entrenamiento como sifiers (MLC), en este punto son necesarios los predictores caracterizados por poseer un alto poder discriminante que permita deducir si una observación corresponde a un hallazgo maligno o no. Dentro del campo de los predictores se encuentran diferentes tipos, el primero es el que posee datos clínicos es decir datos del paciente como edad y sexo, así como también características de exámenes mamográficos (densidad mamaria y anomalías). El segundo son los descriptores de imagen, permiten caracterizar las lesiones a partir de estadísticas calculadas en las mamografías, se clasifican en dos categorías, la primera describe características generales y la segunda describe características más específicas. (Moura & López, 2013)

De esta manera, el diagnóstico de cáncer se evalúa bajo la presencia y ausencia de datos clínicos. La combinación de características de la imagen y los datos clínicos demuestran un mejor rendimiento en el uso de descriptores. El éxito de este estudio hace creer que puede ser también exitoso en otras aplicaciones de imágenes médicas y visión por ordenador en general. A futuro se pretende mejorar la clasificación de datos por medio de combinación y descriptores de imagen generando un rendimiento óptimo en presencia o ausencia de datos clínicos.

Multivariate Feature Selection of Image Descriptors Data for Breast Cancer with Computer-Assisted Diagnosis

Se busca obtener un modelo multivariado para clasificar lesiones tumorales benignas y malignas utilizando un diagnóstico asistido por ordenador con un algoritmo genético en el entrenamiento y los conjuntos de datos de prueba de las características de imagen de mamografía. Se realizó una búsqueda multivariable para obtener modelos predictivos con diferentes enfoques, con el fin de comparar y validar los resultados. Los modelos multivariados se construyeron utilizando las estrategias de bosque aleatorio (Random Forest), centroide más cercano y K-vecino más cercano (K-NN) como función de costo en un algoritmo genético aplicado a las características de las bases de datos públicas BCDR. Los resultados sugieren que las dos características de descriptor de textura obtenidas en el modelo multivariado tienen una capacidad de predicción similar o mejor para clasificar el resultado de los datos en comparación con el modelo multivariado compuesto por todas las características, de acuerdo con su valor de aptitud. Este modelo puede ayudar a reducir la carga de trabajo de los radiólogos y presentar una segunda opinión en la clasificación de las lesiones tumorales.

Métodos

El método más usado en la detección del cáncer es la mamografía de cribado pero dado que este no es uno de los más efectivos porque pueden ser difíciles de interpretar por la calidad de la imagen y el nivel de especialización de los radiólogos hay muchas técnicas computacionales con enfoque a algoritmos y diagnósticos asistidos por computador (CAD) para mejorar la detección del cáncer de mama.

Estos algoritmos usan características descriptivas del cáncer, porque no se cuenta con un estándar de clasificación. Con ello se ha propuesto:

“Patel propuso el método de segmentación de imagen con la detección de la micro calcificación y un algoritmo adaptativo.

R. Ramani propuso un nuevo enfoque para clasificar las masas en la imagen de mamografía utilizando un enfoque de extracción de características. Las características extraídas de la mamografía mediante el uso de Symlet, SVD y el histograma ponderado se utilizaron para entrenar un modelo de clasificación (Naive Bayes, bosque aleatorio y algoritmos de redes neuronales) y clasificar los tumores como benignos o Propusieron un sistema de CAD para detectar el cáncer de mama en mamogramas a través de optimización de la inteligencia de enjambre por redes neuronales que detectan el cáncer.

Karahaliou presenta una propuesta interesante que utiliza un enfoque de procesamiento digital de imágenes combinado con un enfoque de extracción de características, proponiendo un método de mejora de contraste basado en wavelet para encontrar los descriptores de textura extraídos de mamografías que pueden contribuir al diagnóstico de cáncer. Para validar la capacidad de las características de la textura para discriminar malignas de lesiones benignas, se usó un clasificador k-Nearest Neighbor (KNN).

Por último, para conocer el desempeño, se consideró el área bajo la curva (AUC) y la característica operativa del receptor (ROC), mostrando resultados prometedores en CAD de cáncer de mama que pueden contribuir a la reducción de biopsias innecesarias.”

Tomando en cuenta que todas las propuestas no estudian el comportamiento de los tumores en sí, cada autor tiene su método de extracción, se busca un modelo de clasificación multivariante que se base en el análisis de las características de imágenes de ultrasonido, historia clínica, segmentación de lesiones y training set, mediante un algoritmo genético; lo cual daría una mayor exactitud de predicción. (Galván-Tejada et al., 2017)

Referencias

- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115–118.
- Galván-Tejada, C. E., Zanella-Calzada, L. A., Galván-Tejada, J. I., Celaya-Padilla, J. M., Gamboa-Rosales, H., Garza-Veloz, I., & Martinez-Fierro, M. L. (2017). Multivariate Feature Selection of Image Descriptors Data for Breast Cancer with Computer-Assisted Diagnosis. *Diagnostics*, 7(1), 9. <https://doi.org/10.3390/diagnostics7010009>
- Moura, D. C., & López, M. A. G. (2013). An evaluation of image descriptors combined with clinical data for breast cancer diagnosis. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 8(4), 561-574. <https://doi.org/10.1007/s11548-013-0838-2>
- Ramos-Pollán, R., Guevara-López, M. A., & Oliveira, E. (2012). A software framework for building biomedical machine learning classifiers through grid computing resources. *Journal of Medical Systems*, 36(4), 2245-2257. <https://doi.org/10.1007/s10916-011-9692-3>



8

ESTUDIO COMPARATIVO DE TÉCNICAS SUPERVISADAS DE MACHINE LEARNING APLICADAS EN PROBLEMAS MÉDICOS

COMPARATIVE STUDY OF SUPERVISED TECHNIQUES OF MACHINE LEARNING APPLIED TO MEDICAL PROBLEMS

Basante Cielo¹

Ortega Carlos¹

Peluffo Diego²

Blanco Xiomara³

¹ Universidad de Nariño, Pasto - Colombia

² Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

³ Universidad de Salamanca, Salamanca - España.

carlosmaor@udenar.edu.co

Resumen:

Actualmente la sobrecarga de información ha provocado que las capacidades humanas de análisis se queden cortas ante el inminente crecimiento de las capacidades tecnológicas para recolectar, comunicar y guardar grandes volúmenes de información. En los hospitales o entidades de salud se recolectan a diario millones de datos y registros de exámenes, pruebas diagnósticas, entre otras. La medicina ha utilizado la revolución tecnológica de muchas maneras para facilitar el manejo, procesamiento, visualización y análisis de datos. Una tarea en específico asociada al diagnóstico de enfermedades es la clasificación de patologías en donde la máquina entrenada en conjunto con el experto puede mejorar y facilitar el diagnóstico. Actualmente existen muchas disciplinas que tienen como objetivo desarrollar técnicas que le permiten a las computadoras aprender, entre las que se encuentra machine learning, en la cual se han desarrollado diversos clasificadores supervisados que permiten la organización de nuevos objetos representados en características a categorías ya conocidas.

La clasificación de patologías, como parte de la inteligencia artificial, no es una tarea fácil y más cuando existen una gran variedad de técnicas de clasificación, por tanto en este trabajo de investigación se realizará una comparación de técnicas de clasificación multi-clase recomendada por la literatura científica, tales como: SVM (Support Vector Machine), KNN (K-nearest neighbors algorithm), ANN (Artificial neural network), PC (Parzen's Classifier), árboles de decisión (Random Forest) y Adaboost (Adaptive Boosting). Los experimentos se realizan sobre bases de datos de enfermedades cardíacas (Cleveland), cardiografía e hipotiroidismo.

Como resultado, se evidenció que las bases de datos Cleveland e hipotiroidismo fueron un reto para los clasificadores ANN, PC y Adaboost por su escasez de datos, provocando que la clasificación tenga un error considerable. Para bases de datos que tienen mejor equilibrado su número de muestras para cada clase como cardiografía se obtienen mejores resultados al ser entrenado con Adaboost.

Palabras clave: Machine learning, técnicas supervisadas, hipotiroidismo, cleveland, inteligencia artificial.

Abstract:

Currently, information overload has caused human analysis capabilities become insufficient in comparison with the imminent growth of technological capabilities to collect, communicate and store large volumes of information. In hospitals or health entities, millions of data, diagnostic tests, and other information are collected every day. The medicine has used the technological revolution in many ways to facilitate the handling, processing, visualization and analysis of data, a specific task associated with the diagnosis of diseases is the pathology classification, wherein the machine trained in conjunction with an expert can improve and facilitate the diagnosis. Currently there are many disciplines which aim is developed techniques that allow computers to learn, however one of the most explored is machine learning in which classifiers have been developed, they allow the assignment of new objects represented in features into beforehand known categories.

As part of artificial intelligence, the classification of pathologies is not a trivial task -there is a great variety of classification techniques. In this connection, this research work performs a comparison of multi-class classification techniques recommended by scientific literature, such as: SVM (Support Vector Machine), KNN (K-nearest neighbors algorithm), ANN (Artificial neural network), PC (Parzen's Classifier), Random Forest and Adaboost (Adaptive Boosting). The experiments are performed on heart disease (Cleveland), cardiography and hypothyroidism databases.

As a result, it is demonstrated that Cleveland and hypothyroid databases are challenging for the ANN, PC and Adaboost classifiers because of their scarcity of data, causing that classification procedures reach greater error values. On the contrary, when dealing with databases having proper balance in their number of samples for each class (for instance, cardiography), better results are obtained when classification training is done with Adaboost.

Keywords: Machine learning, supervised techniques, hypothyroidism, cleveland artificial intelligence.

Introducción:

Con el enorme auge tecnológico y la revolución digital de la actualidad se ha hecho más común la necesidad de recolectar, procesar, almacenar y transmitir la información digitalizada, es así como día a día nos vemos en vueltos en la era digital o también llamada la era de los datos (Witten, Frank, Hall y Pal, 2016). Los volúmenes de datos vienen creciendo desde hace más de dos décadas y se evidencia en episodios simples de millones de empresas, hospitales, entidades, etc., quienes a diario capturan datos de usuarios, registran actividad o almacenan información en la red mundial.

La innovación y el crecimiento de la tecnología en el sector salud ayuda en la predicción y análisis de enfermedades ayudándole al experto a diagnosticarlas en una fase inicial, permitiendo la ejecución temprana de terapias o tratamientos médicos (Siegel, 2013). El diagnóstico es la clasificación del paciente en una patología en concreto, en otras palabras, se clasifica teniendo en cuenta una serie de valores o atributos característicos de una patología en particular que son medidos u observados por ejemplo talla, peso, temperatura, presión, etc.

La inteligencia artificial, aprendizaje automático y minería de datos son herramientas que facilitan el análisis de datos, en principio estos métodos no eran tan usados en el área de la medicina por razones culturales o filosóficas, las cuales asumen que una computadora nunca será tan capaz como un humano de acertar en el diagnóstico de una patología, esto aunado al hecho de que algunos médicos se sienten cuestionados, supervisados o aconsejados por una maquina o por un ingeniero (Reyes, Colín y Murata ,2014). A pesar de esto, lidiar con bases de datos bastante grandes y complejas con métodos tradicionales resulta complicado por lo que en los últimos años ha habido una gran acogida al desarrollo y adaptación de software para facilitar estas tareas.

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta ser evidente que el desarrollar software para facilitar la clasificación de patologías es una tarea cada vez más necesaria, sin embargo no es fácil ejecutarla puesto que la sintomatología o atributos particulares de cada patología varían dependiendo del paciente, además actualmente existen una gran variedad de técnicas de clasificación que funcionaran mejor dependiendo de la topología de los datos o atributos recolectados de la patología. Por tanto, en este trabajo de investigación se realizará una comparación de técnicas supervisadas de clasificación multi-clase como lo son: SVM (Support Vector Machine), KNN (K-nearest neighbors algorithm), ANN (Artificial neural network), PC (Parzen's Classifier), Random Forest o arboles de decisión y Adaboost (Adaptative Boosting) el cual es usado en combinación con los 4 primeros clasificadores independientemente.

Método:

Materiales utilizados:

Bases de datos:

Para evaluar la metodología propuesta, se usó 3 bases de datos de UCI Machine Learning Repository. La primera, llamada cardiocografía, contiene 2126 cardiocogramas fetales pertenecientes a diferentes clases. Esta base de datos contiene 21 atributos que incluyen: LB-FHR Punto de referencia (latidos por minuto), AC aceleraciones por segundo, FM movimientos fetales por segundo, UC contracciones del útero por segundo, DL desaceleraciones suaves por segundo, DS Desaceleraciones severas por segundo, DP desaceleraciones prolongadas por segundo, ASTV porcentaje de tiempo con variabilidad anormal a corto plazo, MSTV promedio de variabilidad a corto plazo, ALTV porcentaje de tiempo con variabilidad anormal a largo plazo, MLTV promedio de variabilidad a largo plazo, Width: Ancho de histograma FHR, Min: Mínimo del histograma FHR, Max: Máximo del histograma FHR, Nmax: Numero de picos del histograma, Nzeros: Numero de ceros del histograma, Mode: forma del histograma, Mean: promedio del histograma, Median: mediana del histograma, Variance: Varianza del histograma, Tendency: Tendencia del histograma, CLASS FHR código de clase de la muestra (1 a 10) y NSP clase del estado fetal (Normal=1; Sospechoso=2; Patológico=3).

La segunda base de datos es llamada Cleveland, contiene 303 instancias. Contiene 13 atributos que incluyen edad, sexo, tipo de dolor de pecho, presión en descanso, colesterol, azúcar en la sangre en ayuno, ECG en descanso, ritmo cardiaco máximo, angina, pico mayor, inclinación, numero de vasos sanguíneos de color, thal y clasificación de las muestras desde 0 que significa la no presencia a 4 tipos de patologías del corazón.

La última base de datos se llama hipotiroidismo, se creó a partir de exámenes médicos reales para la detección de problemas hipotiroideos. Contiene 3772 muestras, está estructurada con 22 atributos, y 3 posibles clases que son: normal, hipotiroideo primario o hipotiroide compensado.

Clasificadores:

Los clasificadores que recomendó la literatura para realizar el estudio comparativo son : El clasificador de K vecinos más cercanos (K-NN) es un algoritmo basado en la distancia, redes neuronales artificiales (ANN) con un enfoque basado en la búsqueda heurística, máquinas de vectores de soporte (SVM) como un clasificador basado en modelos, el clasificador Parzen (PC) es un clasificador no paramétrico basado en densidad, árboles de decisión (Random Forest) y el clasificador Adaboost, que se basa en la combinación lineal de clasificadores de manera iterativa, por lo tanto, se implementará Adaboost con cada uno de los clasificadores mencionados.

Procedimiento y Diseño:

Para empezar con el estudio comparativo se hace un pre-procesamiento a las bases de datos elegidas como se muestra a continuación:

- Pre-procesamiento:

Se realiza una selección de variables a través de los llamados “Subconjuntos de características basadas en correlación (CfsSubsetEval), algoritmo que evalúa la relevancia de un subconjunto de atributos mediante el análisis de la capacidad predictiva de cada característica junto con el grado de redundancia entre ellos. Y como método de búsqueda el algoritmo “El mejor Primero”, para reducir el número de parámetros por instancia de un conjunto de datos. Como resultado de esta etapa, se obtiene que la base de datos de cardiocografía se reduce a 10 características, hipotiroidismo a 5 atributos y la base de datos Cleveland a 7 características.

Teniendo en cuenta que los clasificadores elegidos son supervisados, es necesario realizar determinar un porcentaje de la base total para hacer el entrenamiento del clasificador. Para cada una de las bases de datos se determinó un 85% de los datos para entrenamiento de los clasificadores y un 15% de los datos para la evaluación. Es importante resaltar que la construcción de cada conjunto se hace de manera aleatoria es decir no se elige elije los datos que conformarán el conjunto de entrenamiento de manera ordenada como se encuentran en la base de datos.

- Ajuste de parámetros en los clasificadores:

Por otro lado, también se hace necesario determinar algunos atributos y métodos que rigen el buen funcionamiento de cada clasificador como se muestra a continuación:

K-NN: esta técnica de clasificación basada en la densidad de probabilidades necesita un valor para el determinar el número de vecinos (K), dicho parámetro es optimizado por medio de una estrategia de “dejar uno por uno”.

ANN: La técnica de clasificación heurística requiere un número de neuronas por capa oculta. En este trabajo, se utiliza el método back-propagation en una red neuronal conocida como “alimentación hacia adelante” con una sola capa oculta. El número de neuronas en la capa oculta se calcula a partir de los propios datos, la mitad de las instancias divididas por el número de características más el número de clases. Se inicializa los pesos de la red neuronal en cero.

SVM: este método de clasificación basado en observaciones aprovecha el truco del kernel para calcular el hiperplano no lineal más discriminativo entre clases. Por lo tanto, su rendimiento depende en gran medida de la selección y ajuste del tipo de kernel. Para este estudio se selecciona un kernel gaussiano por su habilidad de generalización y su parámetro de ancho de banda ajustado por la regla de Silverman (Sheather, S. J., 2004).

Parzen: Este método de clasificación basado en probabilidades, requiere un parámetro de suavizado para la distribución Gaussiana que debe ser optimizado.

Random Forest: Para este clasificador se determina 100 árboles de decisión a generar.

Adaboost: Este método tiene varios parámetros a ajustar como se muestra a continuación:

- Clasificador: Para nuestro estudio en este parámetro se utilizaron los clasificadores SVM, ANN, Parzen y K-NN.
- Número de clasificadores: Este parámetro se refiere al número de veces que se desea ejecutar el clasificador seleccionado en el anterior parámetro.
- Regla de combinación: Se refiere al método que se utiliza para combinar los clasificadores iterados entre los que se encuentran: Promedio (Mean), votación (Vote), mínimo (Min), máximo (Max), producto (Prod), votación por pesos (Wvote) y mediana (Median). Para este trabajo se probaron todas estas reglas de combinación con cada clasificador propuesto.
 - o Evaluación de desempeño de los clasificadores:

Finalmente, después tener en cuenta las anteriores consideraciones se procede a determinar el desempeño de cada uno de los clasificadores, para lo cual se obtiene el error de clasificación medido de 0 a 1, donde 0 significa que el clasificador clasificó todos los datos correctamente. Para cada clasificador se realizó una validación cruzada de 20 veces para obtener el promedio de error de clasificación y su respectiva desviación estándar que finalmente son los indicadores de desempeño a comparar presentados en la sección de resultados.

Resultados:

Aplicando la metodología propuesta en las bases de datos de Cleveland, cardiocografía e hipotiroidismo se obtienen los resultados presentados en la tabla I y II, se obtuvo el promedio y la desviación estándar tras iterar 20 veces cada uno de los clasificadores en el caso de adaboost se varía el parámetro de combinación.

Se puede evidenciar que la base de datos de Cleveland es un reto para los clasificadores ya que existen clases que cuentan con muy pocas muestras y esto hace que el entrenamiento no sea el adecuado, provocándose un sobre entrenamiento en las clases que tengan el mayor número de muestras, sin embargo en este tipo de bases de datos resulta mejor el utilizar clasificadores sin ser introducidos a una estructura de replicación y ponderación de clasificadores como lo es Adaboost, lo que tiene sentido debido que este tipo de clasificadores es susceptible a overfitting, efecto de sobreentrenar un algoritmo de aprendizaje.

Tabla I

Error de clasificación para las bases de datos consideradas tras iterar 20 veces el clasificador Adaboost con cada combinador.

Base de Datos	Combinador	PC	KNN	SVM	ANN
CLEVELAND	Mean	0,461 ± 0,037	0,439 ± 0,055	0,466 ± 0,004	0,463 ± 0,040
	Vote	0,530 ± 0,097	0,487 ± 0,032	0,467 ± 0,000	0,502 ± 0,074
	Min	0,865 ± 0,049	0,493 ± 0,082	0,629 ± 0,169	0,456 ± 0,020
	Max	0,475 ± 0,038	0,526 ± 0,101	0,466 ± 0,061	0,593 ± 0,141
	Prod	0,754 ± 0,054	0,447 ± 0,053	0,466 ± 0,010	0,437 ± 0,048
	Wvote	0,449 ± 0,040	0,928 ± 0,030	0,726 ± 0,173	Na
	Median	0,622 ± 0,122	0,529 ± 0,055	0,461 ± 0,000	0,546 ± 0,133
	Mean	0,029 ± 0,008	0,189 ± 0,225	0,494 ± 0,292	0,138 ± 0,119
	Vote	0,080 ± 0,039	0,121 ± 0,254	0,058 ± 0,024	0,107 ± 0,120
	Min	0,201 ± 0,070	0,224 ± 0,167	0,544 ± 0,417	0,334 ± 0,266
CARDIOTOCOGRAFIA	Max	0,027 ± 0,007	0,210 ± 0,167	0,715 ± 0,223	0,038 ± 0,027
	Prod	0,147 ± 0,052	0,179 ± 0,199	0,537 ± 0,431	0,256 ± 0,097
	Wvote	0,065 ± 0,036	0,187 ± 0,266	0,197 ± 0,290	Na
	Median	0,081 ± 0,032	0,189 ± 0,244	0,173 ± 0,258	0,114 ± 0,064
	Mean	0,183 ± 0,044	0,313 ± 0,214	0,551 ± 0,064	0,193 ± 0,082
	Vote	0,313 ± 0,080	0,312 ± 0,204	0,539 ± 0,074	0,189 ± 0,088
	Min	0,599 ± 0,061	0,385 ± 0,141	0,597 ± 0,068	0,482 ± 0,146
	Max	0,183 ± 0,041	0,381 ± 0,126	0,530 ± 0,083	0,303 ± 0,033
	Prod	0,544 ± 0,095	0,309 ± 0,218	0,533 ± 0,081	0,283 ± 0,113
	Wvote	0,558 ± 0,148	0,318 ± 0,218	0,568 ± 0,077	Na
Median	0,343 ± 0,071	0,330 ± 0,214	0,529 ± 0,071	0,189 ± 0,096	
HIPOTIROIDISMO	Max	0,183 ± 0,041	0,381 ± 0,126	0,530 ± 0,083	0,303 ± 0,033
	Prod	0,544 ± 0,095	0,309 ± 0,218	0,533 ± 0,081	0,283 ± 0,113
	Wvote	0,558 ± 0,148	0,318 ± 0,218	0,568 ± 0,077	Na
	Median	0,343 ± 0,071	0,330 ± 0,214	0,529 ± 0,071	0,189 ± 0,096

Para bases de datos que tienen mejor equilibrado su número de muestras para cada clase como cardiocografía se obtienen mejores resultados al ser entrenado con Adaboost ya que al ser de tipo adaptativo puede mejorar las instancias mal clasificadas por los clasificadores anteriores.

Tabla II

Error de clasificación tras iterar 20 veces cada base de datos con los clasificadores considerados

Clasificador	CLEVELAND	CARDIOTOCOGRAFIA	HIPOTIROIDISMO
PC	0,425 ± 0,040	0,061 ± 0,008	0,237 ± 0,041
KNN	0,416 ± 0,049	0,026 ± 0,016	0,118 ± 0,031
SVM	0,466 ± 0,004	0,022 ± 0,008	0,424 ± 0,025
ANN	0,439 ± 0,040	0,047 ± 0,023	0,179 ± 0,070
Random Forest	0,776 ± 0,071	0,395 ± 0,087	0,308 ± 0,152

En cuanto a hipotiroidismo ocurre lo mismo que para Cleveland ya que esta también cuenta con clases que tienen pocas muestras, a pesar de eso los clasificadores independientes como SVM y KNN funcionan muy bien, se obtiene un error de clasificación bajo lo que garantiza un mejor diagnóstico.

Conclusiones:

De los resultados arrojados para las pruebas realizadas, resulta claro el evidenciar que el algoritmo de RandomForest presenta un error de clasificación bastante alto en comparación con los demás clasificadores usados en el experimento. Por lo tanto no es el clasificador más adecuado para ser adaptado en algoritmos que tomen decisiones de diagnóstico de patologías como por ejemplo estructuras como razonamiento basado en casos, CBR por sus siglas en inglés. Lo anterior se puede deber quizá a la topología de los datos dependiendo de esta, existen clasificadores que funcionan de mejor manera, es importante el reconocer esto ya que podría facilitar tareas. Con el hecho de solo saber la topología de los datos se podría predecir que clasificador funcionará mejor.

Basándose en los resultados obtenidos se concluye que el desempeño de un clasificador va a depender en gran medida de la naturaleza de los datos y de la cantidad de muestras que contenga la base de datos. Resulta muy interesante que en algunos casos clasificadores sencillos tienen mejores resultados con respecto a clasificadores más sofisticados.

Como Parte de trabajos futuros se recomienda tener en cuenta las pruebas realizadas para que los clasificadores con mayor rendimiento sean utilizados en estructuras de toma de decisiones y diagnóstico como lo son CBR, además se podría realizar balanceo de clases en aquellas bases de datos que cuentan con pocas muestras de cierta clase esto evitaría el sobre-entrenamiento y mejoraría el rendimiento de los clasificadores.

Referencias:

- Reyes, S. O. L., Colín, G. M., & Murata, C. (2014). Inteligencia artificial para asistir el diagnóstico clínico en medicina. *Revista Alergia México*, 61(2).
- Sheather, S. J. (2004). Density estimation. *Statistical Science*, 19(4), 588-597.
- Siegel, E. (2013). *Predictive analytics: The power to predict who will click, buy, lie, or die*. John Wiley & Sons.
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*. Morgan Kaufmann.



ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA APLICABILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS DE DESCUBRIMIENTO DE CONOCIMIENTO EN ÁMBITOS ACADÉMICOS Y SOCIALES, PARA DETERMINAR APLICACIONES FUTURAS.

Lilian Cruz¹

¹Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, Pasto - Colombia

Resumen:

La Minería de Datos es un campo de gran acogida en el mundo académico, y tiene muchas aplicaciones en los modelos de almacenamiento masivo. Para llevar a cabo el Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (DCBD), típicamente es utilizado el proceso KDD (Knowledge Discovery in Databases); definiéndose éste como un proceso automático de identificación y análisis robusto de los datos; consistente en extraer patrones en forma de reglas o funciones, a partir de los datos, para que el usuario los interprete. Una herramienta DCBD debe integrar una variedad de componentes (técnicas de minería de datos, consultas, métodos de visualización, interfaces, etc.), los cuales, en conjunto, se encargarían de extraer información y reconocer patrones interesantes y útiles de los datos almacenados.

Existen muchos tipos de herramientas que permiten extraer conocimiento basadas en el proceso KDD, sin embargo y debido a su variedad y aplicación, se hace necesario describir de manera concreta los diferentes ámbitos en los que pueden aplicarse de acuerdo a las funcionalidades específicas que cada una tiene.

El presente artículo es de tipo exploratorio - descriptivo y pretende ser un referente para el análisis y selección de las diferentes herramientas de descubrimiento de conocimiento, de acuerdo a sus características particulares y su aplicación en contextos académicos y problemáticas sociales, que requieren una exploración robusta de los datos.

***Palabras clave:** Big Data, Big Data Analytics, Proceso de Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (KDD).*

Abstract:

Data Mining is a field of great acclaim in the academic world, and has many applications in mass storage models. To carry out Knowledge Discovery in Databases (DCBD), the KDD process is typically used; defining this as an automatic process of identification and robust analysis of the data; consisting of extracting patterns in the form of rules or functions, from the data, for the user to interpret them. A DCBD tool should integrate a variety of components (data mining techniques, queries, visualization methods, interfaces, etc.), which collectively would extract information and recognize interesting and useful patterns of stored data.

There are many types of tools that extract knowledge based on the KDD process, however, and due to its variety and application, it is necessary to describe in a concrete way the different areas in which they can be applied according to the specific functionalities that each one has.

This article is an exploratory - descriptive type and aims to be a reference for the analysis and selection of the different knowledge discovery tools, according to their particular characteristics and their application in academic contexts and social problems, which require a robust exploration of the data.

***Keywords:** Big Data, Big Data Analytics, Knowledge Discovery in Databases (KDD)*

Introducción

El proceso de descubrimiento de conocimiento, al ser un área en expansión, tiene actualmente muchas aplicaciones en todos los ámbitos de la sociedad; teniendo en cuenta que la gran cantidad de datos que nos circundan, ya no pueden tratarse bajo un modelo predefinido, especialmente con datos no estructurados que se encuentran en su mayoría en Internet.

Descubrir información útil para soportar la toma de decisiones, que es en últimas el objetivo del proceso de descubrimiento de conocimiento; puede no ser una tarea sencilla, sobre todo cuando se enfrenta a la selección de la herramienta apropiada de acuerdo con el objeto de estudio. La diversidad de herramientas de descubrimiento de conocimiento que existen hoy en día, comerciales o libres, con características específicas, nos dan un margen muy amplio de aplicabilidad, esto teniendo en cuenta que cada problema puede resolverse de muchas maneras.

Un investigador que requiere el uso de una herramienta determinada para realizar un proceso de descubrimiento de conocimiento, inicialmente podría empezar probando las características de cada una de ellas, para determinar cuál se ajusta mejor a su trabajo. Sin embargo, esto puede ser contraproducente, debido a la gran cantidad de herramientas desarrolladas y a sus características que varían de una a otra de manera significativa, en algunos casos.

Por lo tanto, se hace necesario que a partir de la identificación de problemáticas sociales en las que se puede aplicar el descubrimiento de conocimiento, sea posible determinar qué herramientas se ajustan mejor que otras, de acuerdo a sus características particulares y el tipo de datos que se analizarán.

Este trabajo analizará de manera descriptiva, algunas herramientas de descubrimiento de conocimiento a partir del contexto de aplicación en el que pueda ser usada y determinar las funcionalidades específicas que éstas le aportan al problema en cuestión.

Para lograr este objetivo, se analizará primero tres áreas sociales en las que se puede aplicar el proceso KDD: Empresas, Educación y Salud; para luego, de acuerdo a las características de algunas herramientas de descubrimiento de conocimiento, mostrar cómo éstas se ajustan mejor al tipo de problemática e información que se analiza en el proceso.

Método

Instrumentos utilizados:

Para este análisis descriptivo, se utilizó la bibliografía existente en relación con las aplicaciones sociales del proceso de descubrimiento de conocimiento y se tomó como referencia el estado del arte de herramientas KDD propuesto por el profesor Juan Carlos Alvarado para la Universidad Técnica del Norte y el directorio de software de KDnuggets disponible en Internet.

Procedimiento:

1. *Aplicaciones sociales del descubrimiento de Conocimiento*
2. *Aplicación en empresas (Minería de Procesos)*

Aunque mucho se ha tratado en la bibliografía en cuanto al descubrimiento de patrones para predecir fraudes, identificar perfiles de clientes, hacer gestión del riesgo, entre otras; en los últimos años se ha abierto campo, una nueva área de investigación, en lo que se ha denominado la “Minería de Procesos”. En el año 2009, la IEEE Task Force on Process Mining, que es un conjunto de empresas desarrolladoras, empresas consultoras, usuarios finales y un amplio número de institutos de investigación; crearon el Manifiesto sobre la Minería de Procesos con el fin de “promover la investigación, desarrollo, educación, implementación, evolución, y entendimiento acerca de la minería de procesos” (IEEE, 2009).

En este contexto, ya no solo trata de descubrir conocimiento al externo de las organizaciones, sino que ellas mismas proveen un campo de acción en sus procesos internos, basado en el análisis de eventos, para identificar entre otras cosas: modelos de ejecución real del funcionamiento interno de una empresa, determinar si los procesos cumplen con las reglamentaciones y procedimientos documentados, estudiar a fondo las interacciones

de las personas que están al frente de los procesos, descubrir limitantes en el desempeño de procesos, identificar los tiempos de ejecución de los procesos o asociaciones entre variables comerciales y las organizaciones (Aguirre, Rincón, 2015)

En los últimos años, se está haciendo una fuerte investigación para la creación de algoritmos capaces de analizar el funcionamiento real de los procesos y de esta forma tomar decisiones para optimizarlos (Van der Aalst, 2011). En este contexto, dependiendo de la fuente de datos, entre las cuales están los sistemas de información o los datos no estructurados que se generan en las organizaciones; se pueden usar técnicas de extracción de conocimiento, tales como el análisis estadístico, los árboles de decisión, algoritmos fuzzy o análisis de Red Social (Aguirre, Rincón, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, para el caso de la Minería de Procesos, la selección de herramientas para el descubrimiento de conocimiento, tiene que ver directamente con las construcciones lógicas que se crean en conjuntos de datos, para identificar los modelos reales en la ejecución de los procesos y sus relaciones con las personas que intervienen en esos procesos (Hernández, 2015).

Minería de datos educativa

La Minería de datos educativa (el-Halees, 2009), es una rama de investigación para el descubrimiento de conocimiento de patrones relacionados con temas educativos, como son la permanencia y deserción, la afinidad con áreas del conocimiento entre otros aspectos relacionados con personas en contextos educativos.

En contextos educativos, el descubrimiento de conocimiento adquiere un valor importante, por cuanto se trata de grandes poblaciones, con datos y variables muy amplios. Sumado esto, a un creciente interés en buscar eficiencia en todos los procesos educativos; la minería de datos se presenta como una alternativa para resolver problemáticas, no solamente relacionadas con la prestación del servicio, sino también aspectos involucrados con el aprendizaje de los estudiantes, en todos los niveles educativos.

Para la aplicación de Minería de Datos Educativa (EDM por sus siglas en inglés), es muy común el uso de técnicas analíticas, que van más allá de la estadística descriptiva (Campb, Oblinger, 2007), (Huebner, 2013); incluso, en varios casos se ha probado la eficiencia de algoritmos predictivos de aprendizaje de máquina, para detectar problemas relacionados con las causas de deserción, el aprendizaje, entre otros (Lin, 2012).

Igualmente, se han realizado trabajos muy interesantes, probando la eficiencia de algoritmos de árboles de decisión y regresión logística, en dónde se ha analizado la eficiencia de estos algoritmos con respecto a la información académica; encontrando que en el proceso de descubrimiento de conocimiento para este tipo de población, los algoritmos de árbol de decisión son más precisos y eficientes en el uso de recursos de máquina (Menes, Arcos, Gallegos, 2015).

Este panorama, nos da una clara señal sobre qué tipo de herramientas KDD son más óptimas para tratar información académica y determinar las características que deben tener las herramientas de descubrimiento de conocimiento para ser aplicadas en estos contextos.

Descubrimiento de conocimiento en la Salud

Las problemáticas relacionadas con la salud y la aplicación de técnicas de descubrimiento de conocimiento, van desde la detección de enfermedades, la distribución de los servicios de salud dependiendo de la población, la tecnovigilancia epidemiológica, entre otras, hasta la georreferenciación para determinar poblaciones con problemáticas específicas (González, Perez, 2013).

Las aplicaciones del descubrimiento de conocimiento en esta área, son una importante contribución de las ciencias de la computación, que permiten tener mejores posibilidades de análisis de la información y tomar decisiones más pertinentes a las problemáticas reales que se enfrentan.

Incluso en el diagnóstico y detección de enfermedades, la asistencia para procedimientos quirúrgicos y la promoción y prevención de la salud; la minería de datos para el descubrimiento de conocimiento relevante, puede ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas, basándose en datos reales y análisis más estructurados de la información relacionada.

Teniendo en cuenta lo anterior, el estudio de las herramientas de descubrimiento de conocimiento para el área de la salud, sería objeto de estudio de una investigación más amplia, sin embargo, en este artículo, sólo se relacionarán aquellas que estén más acordes con algoritmos de árboles de decisión y agrupamiento, para el caso de la promoción y prevención de enfermedades (Dávila, Sanchez, 2012); algoritmos de asociación para descubrir patrones de supervivencia en enfermedades mortales (Timarán, Yopez, 2012); y agrupamiento para el tratamiento de problemas relacionados con la epidemiología (González, Perez, 2013).

Resultados

Para hacer este análisis, se determinaron las principales características de herramientas de descubrimiento de conocimiento de software libre y se relacionaron con su aplicación en entornos sociales en las tres áreas descritas anteriormente: empresas, educación y salud. A partir de esta relación, los investigadores pueden determinar qué herramienta usar en un contexto determinado, de acuerdo a su utilidad y pertinencia.

<i>Herramienta KDD</i>	<i>Algoritmos usados</i>	<i>Descripción</i>	<i>Aplicación</i>		
			<i>Empresas</i>	<i>Educación</i>	<i>Salud</i>
WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis)	<ul style="list-style-type: none"> • Analítica • Árboles de decisión • Inducción • Clasificación • Agrupamiento • Asociación • Conjuntos difusos 	Ha sido una de las herramientas más utilizadas en investigaciones aplicadas al descubrimiento de conocimiento a partir de la minería de datos. Al ser una herramienta libre, se encuentra muy relacionada con ámbitos académicos e investigativos	X	X	X
ADaM (Algorithm Development and Mining System)	<ul style="list-style-type: none"> • Clustering • Asociación • Visualización 	Aunque no posee una interfaz gráfica que le permita tener una interacción más cercana con el usuario, para realizar análisis de datos, sobre todo en el área visual, determina su mayor potencialidad			X
ORANGE (Data Mining Fruitful and Fun)	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación • Asociación • Visualización • Agrupamiento 	Es una herramienta multitarea que integra varias técnicas para extraer conocimiento. Además de aplicar técnicas de minería de datos, realiza tareas en el preprocesamiento y preparación de los datos		X	X
KEEL	<ul style="list-style-type: none"> • Algoritmos evolutivos 	Gracias a los módulos que tiene en la gestión de los datos y los algoritmos de aprendizaje evolutivo, es una herramienta que puede funcionar de manera eficiente en contextos educativos.		X	

TANAGRA (A Free Software for Research and Academic Purposes)	<ul style="list-style-type: none"> • Árboles de decisión • Estadística paramétrica • Asociación • Agrupamiento 	Esta herramienta está enfocada al análisis de datos supervisado. Aunque es una herramienta con muchas potencialidades, no tiene acceso al uso de grandes bodegas de datos, por lo que puede usarse de manera directa en proyectos relacionados con Minería de procesos.	X		
KNIME, (Konstanz Information Miner)	<ul style="list-style-type: none"> • Estadísticos • Árboles de decisión 	Ha sido utilizada en el análisis de datos de clientes CRM, inteligencia de negocios y análisis financiero. Además de la interfaz gráfica muy intuitiva, que permite ver de manera interactiva sobre datos y modelos.	X		X
AlphaMiner	<ul style="list-style-type: none"> • Asociación • Clasificación • Clustering • Regresión logística 	Enfocada en el ambiente empresarial que muestra los resultados estadísticos de muchas maneras, permitiendo un mejor análisis de los datos por parte del investigador.	X		
YALE (Yet Another Learning Environment)	<ul style="list-style-type: none"> • Árboles de decisión • Regresión • Clasificación • Redes bayesianas • Operadores lógicos. 	Permite el análisis de un gran número de problemas de aprendizaje en un manejo transparente en la preparación de los datos. Además, el uso de árboles de operadores que permite el uso de ciclos, condiciones, entre otros; lo que permite tener un espectro muy grande para el análisis de datos complejos		X	X
SPAGOBI	<ul style="list-style-type: none"> • Analítica 	Es una plataforma 100% orientada a la inteligencia de Negocios. Tiene la posibilidad de tener bodegas de datos y está integrada completamente en la Web.	X		

Discusión

Herramientas para el descubrimiento de conocimiento como Weka, se aplican de manera muy eficiente en el área de salud y muchas investigaciones en los últimos años, avalan esta afirmación; por lo que puede pensarse en la creación de una herramienta con estas características que pueda ser enfocada únicamente al área de salud.

Igualmente, para el análisis de imágenes, la herramienta ADaM es muy eficiente y puede aplicarse en estudios relacionados con el descubrimiento de conocimiento relacionado con epidemias en poblaciones específicas. Esta herramienta también puede ser utilizada en otros ámbitos, si se añaden componentes relacionados con árboles de decisión, redes bayesianas, etc.

En el caso de ORANGE, este software fue liberado con licencia GPL, por lo que puede pensarse en la construcción de módulos que se enfoquen más en algoritmos de árboles de decisión y que apoyen más eficientemente tareas en áreas de educación, en la que una herramienta como ésta puede ser de mucha utilidad.

Por otro lado, el módulo educativo que posee KEEL, brinda una ventaja adicional para el tratamiento de este tipo de información, por lo tanto, esta herramienta puede tener ventajas adicionales en este campo de acción, que no tienen otras herramientas KDD.

Herramientas como TANAGRA y KNIME, muy relacionadas con la Minería de Procesos, pueden interactuar con WEKA a través de los archivos .arf; por lo que pueden usarse funcionalidades de WEKA y complementar el trabajo en otras áreas.

En la misma área educativa AlphaMiner posee características que involucran todo el proceso de descubrimiento de conocimiento, por lo que pueden adelantarse trabajos futuros en la minería de procesos que requiere generar modelos más acordes con la realidad de las empresas, desde la captura de información hasta el descubrimiento de conocimiento.

Por su parte YALE Funciona muy bien con muchas variables, por lo que puede pensarse en su utilización en grandes poblaciones con problemas más o menos complejos. Esta herramienta funcionaría muy bien para investigaciones relacionadas con el aprendizaje en los estudiantes, de acuerdo a unos requerimientos dados.

Por último SPAGOBI, gracias a sus características visuales y todas las ventajas que tiene para interactuar con los resultados del análisis de datos, el descubrimiento de conocimiento se centra en los resultados, más que en el proceso. Esto puede tener ventajas significativas en contextos educativos, que requieren definir patrones y predecir acciones futuras.

Conclusiones

De acuerdo a las áreas sociales en las que se puede realizar descubrimiento de conocimiento, es posible determinar qué herramientas son más aptas que otras, de acuerdo a los algoritmos que generalmente se usan para realizar el proceso KDD. En el caso de herramientas que se estudiaron, aunque éstas pueden usarse en cualquier estudio, poseen características específicas que son de mayor utilidad en un área que en otra.

El campo de acción para el descubrimiento de conocimiento en aspectos sociales, es muy amplio y es posible pensar en nuevas herramientas que se ajusten más a un área que a otra. Esto es muy factible con las que se analizaron, puesto que en su mayoría son de código libre y permiten añadir módulos de acuerdo a las necesidades que van surgiendo.

Las características específicas proporcionan al proceso KDD el tipo de población y datos que se estudian, son fundamentales para escoger el tipo de herramienta a utilizar. En consecuencia, es fundamental, antes de elegir la herramienta, realizar un análisis profundo de los requerimientos de la población en donde se aplique el proceso KDD para elegir una herramienta de manera asertiva.

Bibliografía

- Aguirre-Mayorga, H. S., Rincón-García, N. (2015). Minería de procesos: desarrollo, aplicaciones y factores críticos. (pp. 140-142, 149). <http://www.scielo.org.co/pdf/cadm/v28n50/v28n50a07.pdf>
- Alaa el-Halees, (2009). "Mining Students Data to Analyze Learning Behavior: A Case Study", Gaza.
- Alvarado, J. (2016) Estado del arte de herramientas KDD. Universidad Técnica del Norte. (pp. 1-11)
- Campbell, J., Oblinger, D. (2007). Academic analytics. Washington, DC: Educause. (p. 1)
- Dávila, F., Sánchez, Y. (2012). Técnicas de minería de datos aplicadas al diagnóstico de entidades clínicas. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud. vol.24 no.2. La Habana. (pp. 174-172). <http://scielo.sld.cu/pdf/rcim/v4n2/rcim07212.pdf>
- González, P. Pérez, Y. (2013). La minería de datos espaciales y su aplicación en los estudios de salud y epidemiología. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud. vol.24 no.4. La Habana. (pp. 483-487). <http://scielo.sld.cu/pdf/ics/v24n4/ics10413.pdf>

- Hernández-Cedano, J.A. Modelo de Minería de Datos para identificación de patrones que influyen en el aprovechamiento académico. Tesis. Tecnológico Nacional de México. (pp. 26-31). <http://posgrado.itlp.edu.mx/uploads/55f7167f2302e.pdf>
- Huebner, R. 2013. A survey of educational data-mining research. Norwich : Norwich University. (pp. 2-4). <http://www.aabri.com/manuscripts/121328.pdf>
- IEEE Task Force on Process Mining, (2009). Manifiesto sobre Minería de Procesos, Versión final. (pp. 2, 5, 8)
- Lin, S.-H. (2012). Data mining for student retention management. J. Comput. Sci. Coll., 27(4), 92-99
- Menes, C., Arcos, G., Gallegos, K. (2015). Desempeño de algoritmos de minería en indicadores académicos: Árbol de Decisión y Regresión Logística. Revista Cubana de Ciencias Informáticas. vol.9 no.4. La Habana. (pp. 113-116). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992015000400008
- Timarán, R., Yépez, M. (2012). La minería de datos aplicada al descubrimiento de patrones de supervivencia en mujeres con cáncer invasivo de cuello uterino. Revista Universidad y Salud. vol.14 no.2. Pasto. <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v14n2/v14n2a02.pdf>
- Van der Aalst, W.M.P. et al. (2012). Process Mining Manifiesto. In: F. Daniel, K. Barkaoui, and S. Dustdar (eds). Business Process Management Workshops (pp. 169-174). Berlin: Springer.



| 10

**MODELO DE EVALUACIÓN ADAPTATIVA INFORMATIZADA
BASADA EN TEORÍA DE RESPUESTA AL ÍTEM.**

**COMPUTERIZED ADAPTATIVE EVALUATION MODEL BASED ON
THE ITEM RESPONSE THEORY.**

Jurado Marcelo¹

Caraguay Jorge¹

¹ Universidad Técnica del Norte, Instituto de Posgrado, Ibarra – Ecuador

emjurado@utn.edu.ec

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es describir un modelo de evaluación basado en proceso iterativo en donde se adaptan las preguntas a administrar a cada examinado según sus respuestas a las preguntas previas. Para el diseño de dicho modelo se presenta una estructura básica de test adaptativo informatizado (TAI) y se describen los distintos pasos que la componen, también se hace especial énfasis en la selección de ítems, lo que representa la parte fundamental de la adaptabilidad del test, sin dejar de abordar temas como: Teoría Clásica de los Test (TCT), la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI) y los Sistemas de Tutor Inteligente (STI). De esta manera, se consiguen estimaciones del nivel de conocimiento más preciso o se reduce la longitud del test y se logra evitar el tedio de los estudiantes con mayor grado de conocimiento o la frustración de los 'rezagados'. Se concluye que la evaluación en los procesos académicos a nivel de desempeño y de calidad deben estar revestidos por estrategias en donde las herramientas de tecnología de información y comunicación marquen pautas de eficacia y eficiencia, potencializando el proceso de evaluación mediante entornos virtuales.

Palabras clave: Evaluación, STI, TAI, TCT, TRI,

ABSTRACT

The aim of this presentation is to describe an evaluation model based on iterative process where the questions are adapted to be administered to each examined based on their answers to previous questions. For the design of this model a basic structure of computerized adaptive test (TAI) is presented and described the different steps that compose special emphasis on the selection of items is also made, which represents the fundamental part of the adaptability test, while addressing issues such as: classical test theory (TCT), the item response theory (IRT) and Intelligent Tutoring Systems (ITS). Thus, estimates of the level of accurate knowledge is achieved or the length of the test is reduced and manages to avoid the tedium of students with greater knowledge or frustration of the 'laggards'. It is concluded that the assessment in academic performance level and quality processes should be covered by strategies where technology tools mark information and communication patterns of effectiveness and efficiency and intensify the process of evaluation through virtual environments.

Keywords: Evaluation, TAI, IRT, TCT, ITS.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales innovaciones introducidas desde los primeros programas de enseñanza asistida por ordenador han sido los llamados sistemas tutores inteligentes (STI), que, a diferencia de los programas tradicionales, muestran la capacidad de adaptarse a cada uno de los alumnos que los usan para aprender. Es precisamente esta capacidad de adaptación al alumno lo que hace que estos programas puedan contribuir significativamente a mejorar el proceso de enseñanza, puesto que se ha demostrado que el mejor método de enseñanza es la enseñanza individualizada (Mendel, 1995). Los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) son programas que emulan la forma en que un tutor humano guía a un alumno en su proceso de aprendizaje, para conseguir esta característica el programa posee un amplio conocimiento sobre la materia que enseña, y trasmite este conocimiento con un proceso interactivo individualizado (Maydeu, 1996). La arquitectura básica de un STI consta de un módulo experto, un módulo del alumno y un módulo instructor (Collins, Greer et al., 1996).

Módulo Experto: Contiene el conocimiento acerca de la materia que se pretende enseñar.

Módulo del alumno: Guarda la información que se genera durante la interacción del alumno con el sistema. Esta información puede compararse con la contenida en el módulo Experto, y ser usada para tomar decisiones didácticas que guiarán al alumno. El módulo del alumno es una representación cualitativa aproximada, probablemente parcial, del conocimiento del alumno sobre cierto dominio.

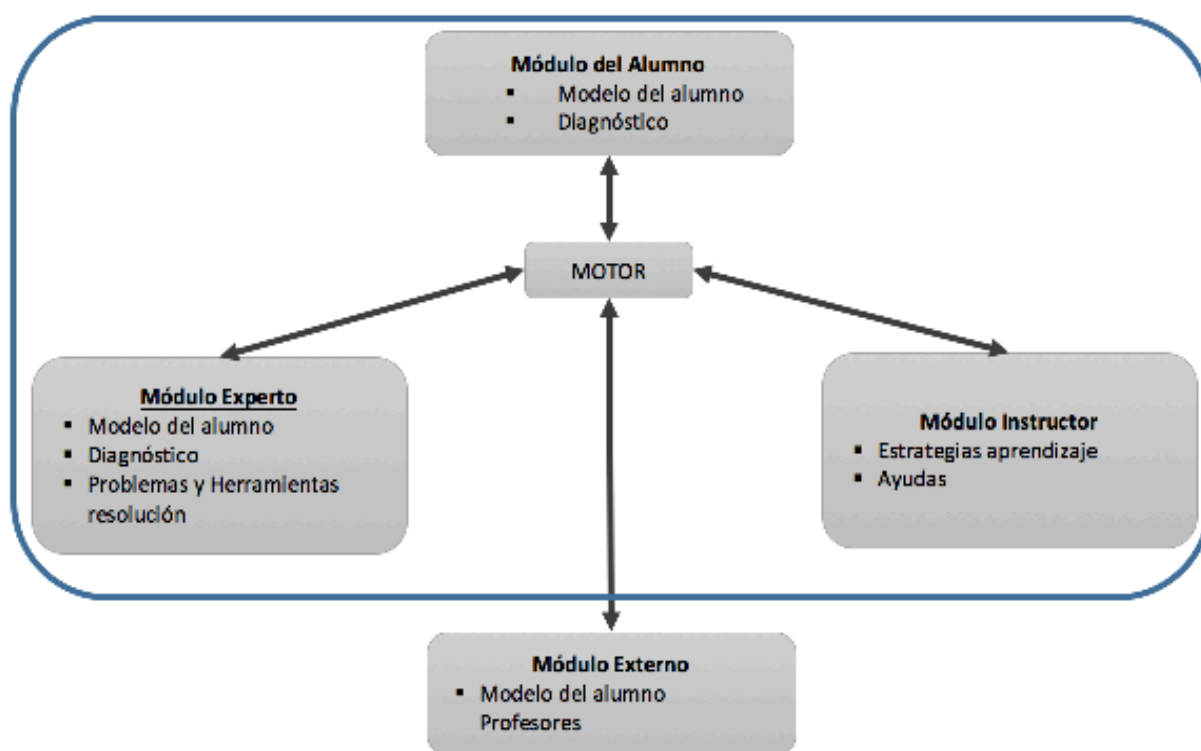


Figura 1 Arquitectura básica de un STI (Bloom, 1984).

En (Bloom, 1984), se manifiesta que los aspectos principales en el problema de modelado del alumno son:

- Selección de la estructura, que se usa para representar el modelo del alumno, suele almacenarse en un vector, en una red semántica, en una Red Bayesiana, en forma de afirmaciones, etc.

- Inicialización del modelo del alumno, que es dar el punto de partida cuando comienza la interacción del alumno con el sistema.
- Diagnóstico, se lleva a cabo durante la interacción con el sistema. Este procedimiento actualizará el modelo del alumno tras sus interacciones con el sistema, utilizando el modelo del alumno actual y su comportamiento en el proceso de enseñanza.

MÉTODO

Las Redes Bayesianas se usan para modelar fenómenos mediante variables y relaciones de dependencia entre ellas, con este modelo se toma las probabilidades iniciales (a priori) de un conjunto de variables conocidas para estimar la probabilidad posterior para las variables desconocidas, estas características hacen que las Redes Bayesianas sean muy utilizadas para clasificación, predicción, diagnóstico, entre otros (Self, 1990).

Por tal motivo, una Red Bayesiana es una representación gráfica de dependencias para llevar a cabo un razonamiento probabilístico. En la Red Bayesiana los nodos representan variables aleatorias, que a su vez representa una entidad del mundo real y los arcos representan relaciones de dependencia directa entre las variables.

Una red causal, como se explica en (Bauer,1995), se entiende que es un grafo dirigido acíclico, es decir, un conjunto de variables y arcos dirigidos entre dichas variables, donde los arcos representan una relación de dependencia directa.

A partir de esta red causal, se puede establecer las siguientes relaciones (Bauer,1995):

- A es padre de B si hay un arco dirigido de A hasta B, también se dice que B es hijo de A.
- A es antecesor de B si existe un camino de tal forma que al partir de A se llegue a B, análogamente se dirá que B es un descendiente de A.

Evidencia. A la información sobre el estado de una variable se le llama evidencia sobre dicha variable (Beck, Woolf 1998), en otras palabras, es la observación de un evento.

Probabilidad a priori. $P(A)$ es la probabilidad a priori de A, y es el grado de creencia sin contar con otra información (Brusilovsky, 1999).

Probabilidad conjunta. Especifica la probabilidad de cada combinación posible de estados para cada variable de un conjunto $\{X, Y, Z\}$ (Brusilovsky, 1999). es decir: $P(x_i, y_j, \dots, z_k) \square i, j, \dots, k$ de manera que se cumple:

$$P(x_i, y_j, \dots, z_k) = 1$$

Probabilidad a posteriori o condicional. $P(A|B)$ es la probabilidad a posteriori de A dada la evidencia B, esto quiere decir que es el grado de creencia de A tras la observación de B (Brusilovsky, 1999).

Teorema de Bayes. Es una fórmula que permite solucionar problemas en caso de ausencia de información a priori que imposibiliten realizar los cálculos directamente. Permite relacionar las probabilidades de unas evidencias con otras con la siguiente fórmula.

Las Redes Bayesianas reciben su nombre por utilizar este teorema en la actualización de sus probabilidades. Sin embargo, en redes donde existen muchas variables se utiliza métodos de propagación eficientes que parten del Teorema de Bayes (Burton, 1988).

Regla de la cadena. Suponiendo que tuviésemos una red con N nodos y con variables binarias, haría falta conocer $2^N - 1$ valores para obtener la distribución de probabilidad conjunta. Sin embargo, las condiciones de independencia condicional permiten que no sea necesario conocer todos estos valores aplicando el teorema de la Regla de la cadena. En (Carberry, 1990), se explica que dada una Red Bayesiana que tiene un conjunto de variables, $X = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, la distribución de probabilidad conjunta de X se puede expresar de la siguiente forma:

Esta es la regla de la cadena, donde $X_{n(i)}$ son las variables predecesoras inmediatas de la variable X_i .

La importancia de este teorema es que nos permite describir una Red Bayesiana a partir de la probabilidad condicionada de cada nodo (o la probabilidad a priori en el caso de nodos sin padres) en lugar de dar la probabilidad conjunta, que, requiere un número de parámetros exponencial en el número de nodos, logrando de esta manera que el número de parámetros requerido para dar las probabilidades condicionadas sea mucho menor.

Inferencia, también llamada propagación de probabilidades, es el proceso para calcular la distribución de probabilidad conjunta de una Red Bayesiana dada una evidencia. Existen muchos algoritmos para realizar la inferencia en una Red Bayesiana, que dependen del tipo del grafo y de si obtienen la probabilidad de una variable a la vez o de todas. Los principales tipos de algoritmos de inferencia son (Charniak, 1991).

- Algoritmo de eliminación (*variable elimination*), aplicable a cualquier estructura, una variable a la vez.
- Algoritmo de propagación de Pearl, para una estructura sencillamente conectada, cualquier variable.
- Algoritmos de agrupamiento, simulación estocástica y condicionamiento, estos tres algoritmos se utilizan para cualquier estructura y cualquier variable.

A continuación, se presenta una definición más formal de una Red Bayesiana.

Red bayesiana. En (Chin, 1989), se explica a la Red Bayesiana como una tripleta (V, D, P) , donde V es un conjunto de variables, D es un grafo acíclico dirigido cuyos nodos están etiquetados con los elementos de V y los arcos dirigidos indican una relación de influencia, P es una distribución conjunta sobre V .

El uso de los tests para la evaluación es una técnica ampliamente usada en el campo de la educación como se indica en (Clancey, 1984), en los métodos tradicionales de diseño y administración de tests orientados a grupos se tiene la ventaja de ser menos costosos en tiempo y recursos que los individuales y además todos los examinandos están en igualdad de condiciones. Pero este hecho puede acarrear consecuencias no deseables como el aburrimiento de alumnos con niveles altos de conocimiento o el desconcierto y la frustración en los alumnos menos aventajados. A principios de los 70 surgieron trabajos que apuntaban que el uso de test más flexibles aliviaría en parte estos problemas como se indica en (Conati, VanLehn, 1996a). “La idea básica de un test adaptativo es imitar lo que un examinador sensato haría” (Conati, VanLehn, 1996b). es decir, si se hace una pregunta que resulta ser demasiado difícil, la siguiente debería ser más fácil.

Si bien las aplicaciones iniciales de Tests Adaptativos se pueden remontar a los trabajos realizado por (Shute, 1995a), la idea de ajustar el test a un individuo de una forma automatizada según las respuestas del examinado viene de una sugerencia de Bill Turnbull (segundo presidente de ETS) a Frederick Lord en los años 60. Es así como en los años 80 Frederick M. Lord empezó un amplio programa de investigación sobre los Test adaptativos informatizados (TAI), que básicamente son test administrados por ordenador donde la presentación de cada ítem y la decisión de finalizar el test se toman de forma dinámica basándose en la respuesta del alumno y en la estimación de su nivel de conocimiento.

Un TAI es un algoritmo iterativo (Figura 2) que comienza con una estimación inicial del nivel de conocimiento del alumno y que tiene los siguientes pasos (Shortlife, 1976):

- Todas las preguntas que no se han administrado todavía son examinadas para determinar cuál será la mejor para ser propuesta a continuación, según el nivel de conocimiento estimado del alumno.
- La pregunta es planteada y el alumno responde.
- De acuerdo con la respuesta del alumno, se realiza una nueva estimación de su nivel de conocimiento. Los pasos del 1 al 3 se repiten hasta que se cumpla alguno de los criterios de terminación definidos.

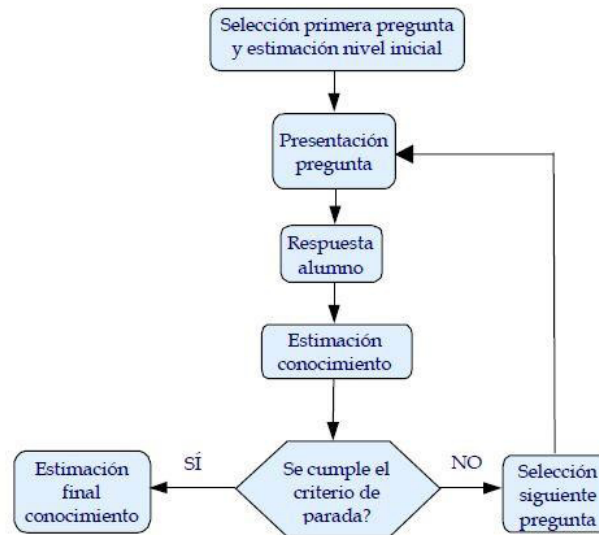


Figura 2: Diagrama de flujo de un test adaptativo (Shortlife, 1976):

Los elementos básicos de un TAI son (Self, 1994):

- Modelo de respuesta del ítem, este modelo describe como el sujeto responde al ítem según su nivel de conocimiento. La medida ha de ser invariante con respecto al sujeto al que se le aplica el test.
- Banco de preguntas, constituye uno de los elementos fundamentales para la creación de un TAI. Para definir un banco de preguntas eficiente se deben especificar las distintas áreas de conocimiento del dominio. El banco de preguntas debe contener ítems en suficiente número variedad y niveles de dificultad.
- Nivel de conocimiento de entrada, elegir de forma adecuada el nivel de dificultad de la primera pregunta que se realice en el test puede reducir sensiblemente la longitud del mismo.
- Método de selección de preguntas, un test adaptativo selecciona el siguiente ítem que va a ser presentado en cada momento en función del nivel estimado del conocimiento del alumno y de las respuestas a los ítems previamente administrados.
- Criterio de terminación, para decidir cuándo debe finalizar un test se pueden usar diferentes criterios tales como parar cuando se haya alcanzado una precisión determinada en la medida del nivel de conocimiento, cuando se hayan planteado un número determinado de ítems, etc.

La Teoría de la respuesta al ítem (TRI) es la teoría psicométrica que se utiliza en la mayoría de los TAIs, Su nombre se deriva de la consideración del ítem como la unidad fundamental del test, en lugar de las puntuaciones totales, como era habitual en la Teoría Clásica de Tests. Algunas de las características de la TRI son (Samejima, 1974):

- a. Suponen la existencia de un rasgo o aptitud única que explica el rendimiento/comportamiento del examinado en el test. Por ejemplo, en un test de evaluación es el nivel de conocimiento del alumno.
- b. La relación entre la aptitud y la respuesta del sujeto a cada ítem puede explicarse por medio de una función que establece las probabilidades de la respuesta correcta, denominada Curva Característica del Ítem (CCI).

Para cada nivel de aptitud θ habrá una probabilidad de responder correctamente al ítem igual a (1) o incorrectamente (0), la cual se representa por $P(U=1/\theta)$ o abreviadamente $P(\theta)$, que es la Curva Característica del Ítem. Típicamente, la gráfica de esta función tiende a 0 para valores pequeños de θ y a 1 para valores grandes.

Existen muchas funciones que cumplen la propiedad que debe tener una CCI, las cuales se diferencian por la forma y los parámetros. A continuación, se describen algunos parámetros que se usan para las preguntas de un test (Rudner, 1998):

- Dificultad, este factor describe la aptitud que requiere el ítem para ser contestado correctamente, en la Figura 3 se muestra los posibles CCIs que se diferencian por su nivel de dificultad.

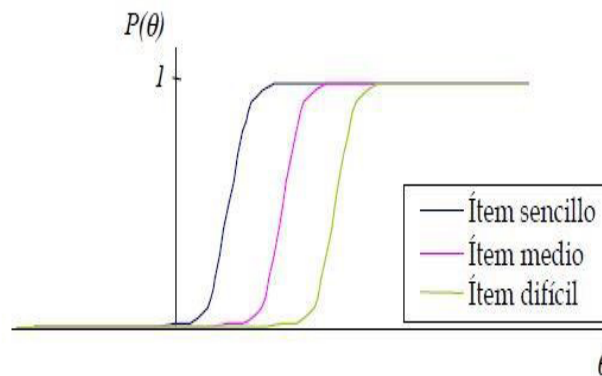


Figura 3: CCIs correspondientes a preguntas con diferentes niveles de dificultad (Reye, 1998).

- Nivel de discriminación, este factor indica hasta qué punto el ítem permite diferenciar entre los sujetos que tienen una aptitud inferior a la posición del ítem y los que tienen una aptitud superior, en la (figura 4), se indican CCIs con diferentes factores de discriminación.

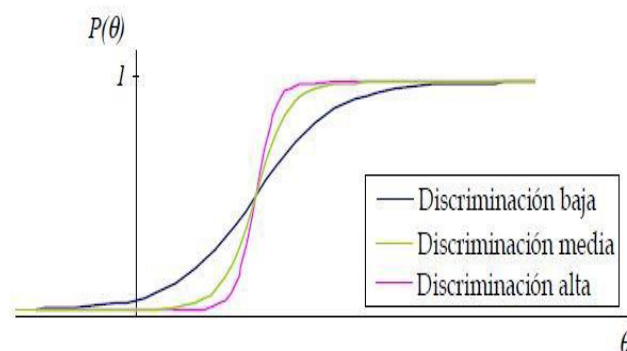


Figura 4: CCIs correspondientes a preguntas con diferentes factores de discriminación (Reye, 1998).

- Factor de adivinanza, representa la probabilidad de que un alumno de aptitud baja conteste correctamente a la pregunta.
- Factor de distracción, representa la probabilidad de que un alumno con aptitud alta no conteste correctamente a la pregunta.

La (Figura 5), muestra los factores de adivinanza, representado por la letra c y el factor distracción, representado por $1-d$.

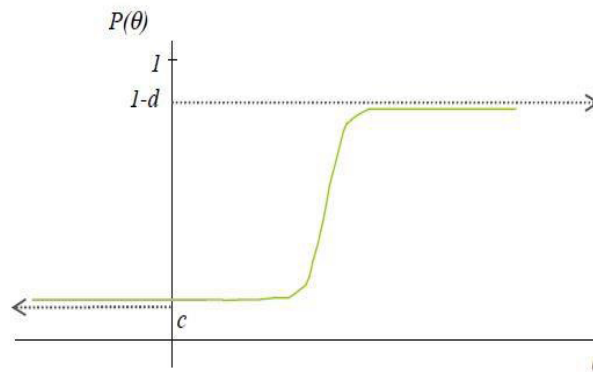


Figura 5: CCIs correspondientes a los factores de adivinanza y distracción (Reye, 1998).

Hay muchas funciones que muestran este comportamiento. Actualmente se usan los llamados Modelos Logísticos, basados en la función de distribución logística y el más utilizado es el Modelo Logístico de tres parámetros, la CCI de la pregunta i -ésima se describe mediante la siguiente ecuación:

Donde a_i es el factor de discriminación, b_i el nivel de dificultad y c_i el factor de adivinanza de la pregunta i -ésima.

Según lo especificado en (Ríos, Conejo, Trella, Millán y Pérez-de-la-Cruz, 1999)], el uso de la función logística permite introducir en las preguntas los parámetros usuales en la TRI: factor adivinanza, dificultad y discriminación. Al utilizar el modelo logístico de tres parámetros como modelo de respuesta, se especifica que para que el test produzca estimaciones más precisas utilizando un menor número de preguntas, el banco de preguntas debe tener las siguientes características:

- Los ítems deben tener elevados factores de discriminación (por encima de 1), para realizar estimaciones precisas con pocos ítems.
- La distribución de frecuencias debe ser aproximadamente uniforme, es decir, un número parecido de ítems en cada nivel de dificultad.

Para ello se puede utilizar la información que haya disponible sobre el alumno en cuestión. En ausencia de información se utilizará la distribución uniforme, es decir, se considera igualmente probable que domine el concepto o que no lo domine (Olea,Ponsoda, 1996).

Para seleccionar una pregunta se encuentra la utilidad máxima del conjunto de preguntas, la utilidad se define como la ganancia esperada de información. Es decir, se calcula cuánto cambiará la probabilidad de C según el resultado del nodo evidencia P (Olea,Ponsoda, 1996). Por tanto, el nodo evidencia más informativo para cierto ítem será aquel que tenga utilidad máxima.

En el trabajo de (Owen, 1975), se propone varios criterios de selección de preguntas, evaluados mediante el uso de alumnos simulados, la autora indica que se obtuvo mejores resultados con el criterio condicionado a la probabilidad de la pregunta que a continuación se describe:

Este criterio se basa en dirigir el diagnóstico en la misma línea del comportamiento mostrado por el alumno en las preguntas formuladas previamente.

La utilidad de la pregunta se va a definir como la sensibilidad o la especificidad de la misma. Se elige la pregunta más específica en función de si el alumno está demostrando tener conocimiento del concepto o no, lo cual se hace a partir de la probabilidad de la pregunta. Esta utilidad se calcula mediante la siguiente expresión:

Los criterios de terminación pueden ser varios, en (Owen, 1975), se ha utilizado una combinación de dos criterios de parada:

- Al alcanzar un número máximo de preguntas, que garantiza test que no sean demasiado largos.
- Cuando todos los conceptos han sido evaluados, teniendo en cuenta que si la probabilidad de dominar un concepto es mayor o igual a $1-s$ se considera que el concepto se conoce, si es menor a s se considera que el concepto se desconoce y si está en el rango de s y $1-s$ se considera no evaluado.

Al establecer un número máximo de preguntas se indica que un test puede terminar aun cuando no todos los conceptos han sido evaluados.

CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio comparativo exhaustivo de las diferentes técnicas de razonamiento aproximado y de su aplicación al modelado del alumno. Como resultado de dicha comparativa, se ha elegido el modelo teórico que mejor parece ajustarse al problema que nos ocupa: el modelo probabilístico basado en redes bayesianas.

En base a la información consultada se determinó que el criterio condicionado a la probabilidad de la pregunta es el mejor método para seleccionar las preguntas según el nivel de conocimiento del estudiante.

Los resultados obtenidos demostraron que tres niveles de granularidad (Unidad, Tema, Conceptos) en la Red Bayesiana de Evaluación son suficientes para estimar el nivel de conocimiento alcanzado por un estudiante.

REFERENCIAS

Bauer, M. A. (1995). Dempster Shafer Approach to Modeling Agent Preferences for Plan Recognition. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 5(3-4), (317-348).

Beck, J., & Woolf, B. P. (1998). Using a learning agent with a student model. En B. P. Goettl, J. M. Half, C. L. Redfield, & V. J. Shutte, (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 1452. Intelligent Tutoring Systems. Proceedings of 4th International Conference ITS'98* (pp. 6-15). Springer-Verlag.

Bloom, B. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13, 4-15.

Brusilovsky, P. (1999). Adaptive and Intelligent Technology for Web-based Education. *Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching, Künstliche Intelligenz*, 4, 19-25.

Burton, R. (1988). The Environmental Module of Intelligent Tutoring Systems. En M. C. Polson & J. J. Richardson (eds.), *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

- Carberry, S. (1990). Incorporating default inferences into Plan Recognition. En *Knowledge and Media in Learning Systems. Proceedings of the 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education AIED'97* (pp. 471-478).
- Charniak, E. (1991). Bayesian Networks without tears. *AI Magazine*, 12(4), 50-63.
- Chin, D. (1989). Modelling what the User Knows in UC. En A. Kobsa & W. Wahlster (eds.), *User Models in Dialog Systems*, Vol. 125 (pp. 74-107). Berlin: Springer-Verlag.
- Clancey, W. J. (1984). Use of MYCIN's rules for tutoring. En B. G. Buchanan & E. H. Shortliffe *Rule-Based Expert Systems*. Reading, MA: Addison Wesley.
- Collins, J. A., Greer, J. E., & Huang, S. H. (1996). Adaptive Assessment Using Granularity Hierarchies and Bayesian Nets. En *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 1086. Proceedings of 3rd International Conference ITS'96* (pp. 569-577). Berlin: Springer-Verlag.
- Conati, C., & VanLehn, K. (1996a). POLA: A student modeling framework for probabilistic on-line assessment of problem solving performance. *Proceedings of the 5th International Conference on User Modeling UM'96* (pp. 75-82). User Modeling Inc.
- Conati, C., & VanLehn, K. (1996b). Probabilistic Plan Recognition for Cognitive Apprenticeship. *Proceedings of the 18th Annual Conference of the Cognitive Science Society*.
- Olea, J., & Ponsoda, V. (1996). Tests adaptativos informatizados. En J. Muñiz (ed.), *Psicometría* (pp. 731-783). Madrid: Universitas.
- Owen, R. J. (1975). A bayesian sequential procedure for quantal response in the context of adaptive mental testing. *Journal of the American Statistical Association*, 70(350), 351-371.
- Maydeu, A. (1996). Modelos multidimensionales de Teoría de Respuesta a los Items. En J. Muñiz (ed.), *Psicometría* (pp. 811-868). Madrid: Universitas.
- Mendel, J. M. (1995). Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial. *Proceedings of the IEEE*, 83(3), 345-377.
- Reye, J. (1998). Two-phase updating of student models based on dynamic belief networks. En B. P. Goettl, J. M. Half, C. L. Redfield, & V. J. Shute, (eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 1452. Intelligent Tutoring Systems. Proceedings of 4th International Conference ITS'98* (pp. 6-15). Springer-Verlag.
- Ríos, A., Conejo, R., Trella, M., Millán, E., & Pérez-de-la-Cruz, J. L. (1999). Aprendizaje automático de las curvas características de las preguntas en un sistema de generación automática de tests. En *Actas de la Conferencia Española para la Inteligencia Artificial CAEPIA'99*.
- Rudner, L. (1998). An On-line, Interactive, Computer Adaptive Testing Mini-Tutorial. <http://ericae.net/scripts/cat>.
- Samejima, F. (1974). Normal ogive models on the continuous response level in the multidimensional latent space. *Psychometrika*, 39, 111-121.
- Self, J. A. (1994). Formal Approaches to Student Modelling. En J. E. Greer, & G.

McCalla (eds), *Student Modelling: The Key to Individualized Knowledge-Based Instruction*. NATO Series, Vol. 125 (pp. 295-352). Berlin: Springer-Verlag.

Self, J. (1990). Bypassing the intractable problem of student modelling. En C. Frasson & G. Gauthier (eds.), *Intelligent Tutoring Systems: At the Crossroads of Artificial Intelligence and Education*. New Jersey: Ablex.

Shortliffe, E. H. (1976). *Computer Based Medical Consultation: MYCIN*. New York: Elsevier Science Publishers.

Shute, V. (1995a). SMART Evaluation: Cognitive Diagnosis, Mastery Learning and Remediation. En *Proceedings of the 7th World Conference on Artificial Intelligence in Education AIED '95 ACCE*.

VanLehn, K. (1996). Conceptual and Meta Learning during Coached Problem Solving. En *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 1086. Proceedings of 3rd International Conference ITS'96* (pp. 29-47). Berlin: Springer-Verlag.



Gestión TI



**APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE DINERO ELECTRÓNICO
DEL BANCO CENTRAL DEL ECUADOR: ESTADO DEL ARTE Y
PERSPECTIVA TÉCNICA**

**APPLICATION OF THE ELECTRONIC MONEY PROGRAM OF THE
ECUADOR CENTRAL BANK: STATE OF THE ART AND TECHNICAL
PERSPECTIVE**

Mauricio Rea¹

Diego Trejo¹

Fausto Salazar¹

Silvia Arciniega¹

Hugo Imbaquingo¹

¹Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador

mrea@utn.edu.ec,

RESUMEN

En el año 2011 el Gobierno Nacional de la República del Ecuador emitió una regulación que define las generalidades sobre el uso de dinero electrónico como medio alternativo para realizar transacciones nacionales de pago/cobro. Ya que el uso de este tipo de moneda se está destacando a nivel mundial en varios países, y que desde el 2014 se está impulsando su uso en el Ecuador, fue importante realizar un estudio técnico sobre la aplicación de este proceso. Mediante la recopilación y el análisis de los documentos públicos de tipo técnico y de carácter oficial, se pudieron determinar ciertos aspectos que si se consideran pueden mejorar al proceso de uso de dinero electrónico en el país, sobre todo en el aspecto de seguridad, administración técnica e infraestructura. Ya que el 74.4% de personas posee un teléfono celular (INEC, 2016), se revisó el protocolo seleccionado como plataforma base de transferencia de información a través de las compañías de telefonía que funcionan en el país. En la parte de conclusiones, los aportes más importantes de este trabajo técnico investigativo fueron los relacionados al tema de seguridad y análisis de la información: medios alternativos al pin de seguridad para la ejecución de las transacciones como por ejemplo reconocimiento facial y códigos QR (Quick Response codes); análisis de plataformas de infraestructura alternas para integración y ejecución de los sistemas informáticos; y por otra parte el uso de información geográfica para determinar zonas de alta y baja demanda de uso del dinero electrónico que determine indicios para futuros estudios demográficos, sociales, económicos, de mercado y tecnológicos.

Palabras clave: *dinero electrónico, Ecuador, desarrollo regional, seguridad, infraestructura.*

ABSTRACT

In 2011, the National Government of the Republic of Ecuador posted a regulation which defines the generalities on the use of electronic money as an alternative for payment transactions. Since the use of this type of currency is being highlighted worldwide and since 2014 is being promoted its use in Ecuador, it was important to carry out a technological study on the application of this process. By collecting and analyzing public technical documents, it was possible to determine certain aspects that if considered can improve the process of use of electronic money in the country, especially in security, technical administration and infrastructure. Since 74.4% of people have a cell phone (INEC, 2016), the base platform for information transfer through telephone companies operating in the country was revised. In conclusions, the most important contributions of this technical investigative work were related to the topic of security and analysis of the information: alternatives to the security pin for the execution of the transactions as for example Facial recognition and QR codes (Quick Response codes); analysis of alternative infrastructure platforms for integration and execution of computer systems; and on the other hand the use of geographic information to determine areas of high and low demand for the use of electronic money that determines indications for future demographic, social, economic, market and technological studies.

Keywords: *electronic money, Ecuador, regional development, security, infrastructure.*

INTRODUCCIÓN

El uso de nuevas tecnologías y medios electrónicos es cada vez más frecuente para consolidar procesos comerciales y financieros. Tal es el caso que el uso de tarjetas de crédito es muy común en el mundo, resaltando que este tipo de procesos depende totalmente de la infraestructura tecnológica de las empresas que brindan estos servicios, como por ejemplo la empresa Amazon (Bezos, 1998).

Con el avance tecnológico, han surgido otras formas alternativas de pago como bitcoin (Ciaian, 2016) y el dinero electrónico (Banco Central del Ecuador, 2011). Este trabajo centra su interés en el dinero electrónico, que es el medio adoptado en Ecuador. Varios países también han adoptado este medio; casos como Filipinas, Bolivia, Paraguay, Perú, Brasil, Kenia pueden mencionarse como casos de éxito (Escobar Terán, 2015)

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron las metodologías: cualitativa, cuantitativa, documental, de campo y experimental. Se utiliza una perspectiva con tres etapas principales:

- Fase exploratoria y de planificación.
- Fase de desarrollo y evaluación.
- Fase de sistematización y exposición.

En las etapas y actividades iniciales se realizó el levantamiento y consolidación de información base que permita tener un marco de referencia para el desarrollo de las actividades siguientes.

En la etapa de diagnóstico se desarrollaron actividades para determinar los factores y variables que influyen en la ejecución del Proyecto de Dinero Electrónico del BCE en la Zona1 (Imbabura, Carchi, Esmeraldas, Sucumbíos). Toda la información fue procesada de una forma sistemática, y el cruce de variables se presenta en la tabla 1:

Tabla 1

Cruce de variables / problemas

DIAGNÓSTICO	FACTOR	VARIABLE	PROBLEMAS ENCONTRADOS
TÉCNICO	Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad en las transacciones • Seguridad en la información • Autenticación del propietario de la cuenta electrónica • Métodos de autenticación • Nivel de seguridad • Acceso a información pública • Banca móvil • Arquitectura web • Firmas digitales • Métodos de encriptación 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe cultura financiera. • Desconfianza en el sistema • Temor en el uso debido a posibles ataques de ciberdelincuentes.

LEGAL	Legal Económico Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de Normativa legal • Aplicación de Normativa Económica • Aplicación de Normativa ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe una especie de monopolio en cuanto a la administración del dinero electrónico. • Hay una tendencia a cambiar rápidamente de aparatos celulares, lo que genera basura.
TÉCNICO	Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de infraestructura • Gestión de transacción • Modelo de datos • Infraestructura de cloud • Transacciones seguras • Protocolos seguros • Integración de sistemas • Infraestructuras de cloud computing 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependencia a una infraestructura central desarrollada por un proveedor externo.
ADMINISTRATIVO / ECONÓMICO	Analítico Gestión Administrativo Sustentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis demográfico • Geomarketing • Educación • Consumo de energía • Reducción de costos • Vida útil de equipos • Trámites institucionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa información demográfica sobre el uso del dinero electrónico. • Escasa información sobre el plan de capacitación y las zonas visitadas para evangelización del proceso. • Costo de operación cargados al usuario final. • Costo absorbido por el gobierno por transacción realizada. • Costo absorbido por el gobierno debido a incentivos económicos.

Fuente: Los autores

Se analizaron los datos tabulados de las encuestas, cuya muestra fue de 384 de acuerdo a los siguientes valores:

Porcentaje de error aceptado: 5%

Nivel de confianza: 95%

Tamaño de la población: 340000 (aprox. habitantes norte país)

Distribución de las respuestas: 50%

Muestra: 384

Aplicadas las respectivas encuestas, y utilizando la metodología de Pareto, se realizó la priorización de los problemas:

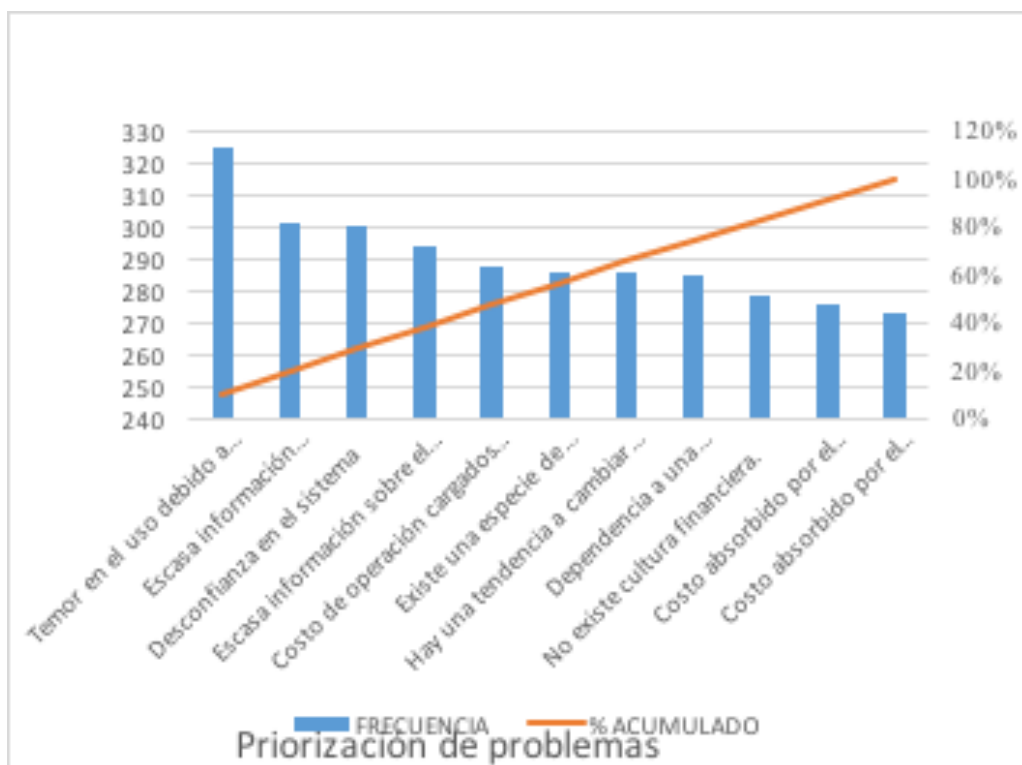


Gráfico 1. Diagrama de Pareto para priorización de problemas.

Con este análisis, y tomando la premisa de 80/20 de la metodología de Pareto (el 20% de las causas origina el 80% de problemas), notamos que los factores de seguridad, infraestructura y factores analíticos son los que tienen prioridad en cuanto a la incidencia que pudieran presentar.

Luego de determinar esta prelación de problemas, se determinaron variables en las que se enfocan los esfuerzos de investigación:

- Seguridad: Seguridad en las transacciones y en la información, métodos alternativos de autenticación.
- Infraestructura: Modelos alternativos de infraestructura de tecnología cloud, integración de sistemas, protocolos seguros.
- Analítico: Análisis demográfico

Desarrollo: propuestas de mejora

Seguridad en las transacciones y en la información

En el año 2011 el Gobierno Nacional de la República del Ecuador emitió una regulación que define las generalidades sobre el uso de dinero electrónico como medio alternativo para realizar transacciones de pago/cobro (Banco Central del Ecuador, 2011)

En el caso de Ecuador, el gobierno nacional optó por contratar la implementación de la plataforma de dinero electrónico a la asociación ADEXUS-INSWITCH. A través de los procesos instaurados de contratación pública, se suscribió un contrato con esta empresa privada de origen paraguayo.

Esta plataforma inicia sus actividades a través de las operaciones mediante teléfonos celulares. Hay que considerar que en el Ecuador el analfabetismo digital se redujo de un 21.4% a un 11.5% en los últimos 5 años (INEC - Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2017) y que, en el rango de edades entre 16 y 64 años, el 74.4% de personas posee un teléfono celular (INEC, 2016). Estos son factores importantes y que deben considerarse para analizar la adopción de esta nueva plataforma.

El protocolo USSD (Unstructured Supplementary Service Data - Servicio Suplementario de Datos no Estructurados) fue el seleccionado como plataforma base de transferencia de información a través de las compañías de telefonía que funcionan en el país. Este protocolo presenta varias ventajas de seguridad y usabilidad frente al servicio SMS (Short Message Service – Servicio de Mensajes Cortos) principalmente en la capacidad de crear sesiones, lo que le da el aspecto de conversacional (Nyamtiga, Sam, & Laizer, 2013). Esta técnica le permite al usuario final ser más consciente de la ejecución de una transacción, a diferencia de los SMS que no permiten tener la certeza de recepción.

Todas las operadoras de telefonía en el Ecuador soportan el protocolo USSD, lo que permite a todos los usuarios, sin distinción, utilizar los servicios que ofrece la plataforma del Banco Central del Ecuador. Creemos que es un acierto la adopción de este protocolo para la ejecución de transacciones, ya que es soportado por todos los tipos de equipos celulares y presenta un bajo costo de implementación.

Se generaron algunas investigaciones a partir de este diagnóstico, esto tiene que ver con los métodos de verificación de acceso, seguridad en las transacciones y para casos en los que pudiera existir fraude, valerse de herramientas que procuren evidencias para determinar responsables de los actos ilícitos. En este sentido se presenta un resumen de los siguientes productos:

Reconocimiento facial: ya que actualmente la única manera en que un usuario puede autorizar una transacción es mediante un PIN (Personal Identification Number), un método alternativo es el reconocimiento facial, el cual es soportado por teléfonos celulares que disponen de una cámara digital de fotos. De esta manera mediante patrones de reconocimiento facial, el software puede determinar si la persona dueña de un monedero electrónico es quien está autorizando una transacción.

Uso de códigos QR: Con el afán de prevenir el robo de contraseñas y específicamente en el caso del uso de dinero electrónico en el Ecuador en el que se utiliza un número de 4 dígitos, se está madurando una nueva modalidad de autenticación mediante el uso de códigos QR (Quick Response Code) denominada SQRL (Secure Quick Reliable Login)(Dijk, 2014). Aplicado esto al proceso de uso de dinero electrónico, implicaría que, al momento de ejecutar el pago, el usuario debe escanear un código QR que representa a la transacción, luego el dispositivo celular envía al proveedor del servicio de pago el token de autenticación del usuario y continúa el proceso normal de la transacción.

Modelos alternativos de infraestructura e integración de sistemas

Como parte de la implementación del proyecto de dinero electrónico del Banco Central del Ecuador, se tiene un datacenter principal en la ciudad de Quito y otro de contingencia en la ciudad de Guayaquil. La implementación de servidores se realiza mediante un clúster conformado por 11 servidores de tecnología Blade. La conectividad desde estos equipos se da mediante fibra óptica (Banco Central del Ecuador, 2014). Esta infraestructura soporta los sistemas informáticos adquiridos a la empresa ganadora en el proceso de contratación pública, la cual no es abierta. Implica entonces cierta dependencia con el proveedor y la consiguiente dificultad de implementaciones propias o que sirvan de caso para otros países o regiones.

Para minimizar este inconveniente, conocemos que el software que soporta las operaciones del dinero electrónico implementa servicios web de tipo SOAP (Simple Object Access Protocol), los mismos que fueron promocionados a través del evento **Hackaton 153** (Banco Central del Ecuador, 2016) promovido por el área de tecnología del Banco Central del Ecuador.

Con el objetivo de tener información alternativa acerca de infraestructuras que soporten el esquema base para los sistemas que utilizan dinero electrónico, se han realizado estudios comparativos de tecnologías para computación en la nube e implementaciones de buses empresariales de servicio:

Infraestructuras abiertas de cloud computing: Este producto de investigación tiene como objetivo establecer un modelo alternativo de infraestructura tecnológica abierta, de costos manejables y sobre todo que tenga una administración propia y viable. Algunos de los sistemas más utilizados son OpenNebula y OpenStack (Kumar, Gupta, Charu, Jain, & Jangir, 2014). Estos permiten implementar una infraestructura base que pueda crecer a medida que la cantidad de usuarios y transacciones aumenten.

Contenedores cloud Docker: Docker es una tendencia tecnológica que podrían adoptar muchas entidades con el fin de mejorar el rendimiento en sus aplicaciones y disminuir costes en hardware y software. Se puede crear una infraestructura virtual que posteriormente permita el alojamiento de aplicaciones web. Usar esta tecnología es sencilla y permite publicar aplicaciones de forma rápida debido a que Docker usa máquinas virtuales ligeras en Linux, además usa librerías y archivos de configuración solamente si son estrictamente necesarios. Las empresas interesadas en implementar soluciones que deriven en la plataforma de dinero electrónico podrían hacer uso de estas tecnologías alternativas.

Buses empresariales de servicio: Un factor crítico para el crecimiento de la plataforma tecnológica de dinero electrónico es la interoperabilidad e integración que pueda tener. El software ESB (Enterprise Service Bus) implementa un patrón de diseño que permite que varios sistemas heterogéneos puedan integrarse de una manera uniforme (He & Da Xu, 2014). Los sistemas que implementen transacciones de cobro/pago con dinero electrónico podrían utilizar esta tecnología como un módulo central que permita la interconexión con los sistemas en cuestión. Un ejemplo claro son las pasarelas de pago.

Análisis demográfico

Ya que la aplicación del dinero electrónico en un país influye directamente en aspectos sociales, educativos, económicos, turísticos, ambientales, por mencionar algunos, el análisis demográfico es imprescindible. Una herramienta que podría fusionarse y serviría para mejorar el análisis de la información son los sistemas de geolocalización. Estos sistemas permiten que el analista de la información pueda visualizar en un mapa geográfico, cierta información de las variables que está estudiando (García, De la Rosa, Castillo, & Cervantes, 2014).

DISCUSIÓN

Este trabajo ha centrado su investigación en la propuesta de mejoras en aspectos técnicos para el proyecto de uso de dinero electrónico del Banco Central del Ecuador. Luego de realizar un diagnóstico de los principales problemas detectados en la región donde se aplicó la investigación, se pudo constatar que los temas de mayor preocupación para los usuarios son los relacionados a la seguridad de la información y a las maneras alternativas de crear aplicaciones que puedan interoperar con la plataforma central del Banco Central.

Otros trabajos investigativos revisados en la literatura orientan sus esfuerzos hacia aspectos como comparar el dinero electrónico con otras formas de pago, sobre estudiar el principal medio de comunicación para la ejecución de transacciones de pago/cobro (telefonía celular) y sobre aspectos de tipo financiero y económico. Por ello pensamos que este trabajo es un gran aporte al definir varias temáticas como seguridad, autenticación e integración de sistemas, las cuales directamente se relacionan con la tecnología subyacente estudiada, y que podrían generar proyectos de mejora y para mayor inclusión de actores en el uso del dinero electrónico.

El diagnóstico realizado en este trabajo investigativo ha servido de base para que múltiples proyectos relacionados a la problemática detectada sean ejecutados por grupos de docentes y estudiantes investigadores de la Universidad Técnica del Norte.

CONCLUSIONES

Una vez conocidas las normas, requisitos, seguridades y operatividad del Dinero Electrónico, tomando como base la experiencia de otros países, el Gobierno ha invertido en un sistema que cuenta con estándares internacionales de seguridad de la información que se debería socializar mediante una fuerte campaña publicitaria para que genere confianza a los usuarios en la utilización de esa nueva forma de pago.

En este trabajo se ha presentado un análisis técnico de varios aspectos de seguridad, para que los usuarios tengan los conocimientos de protección de la información en el uso del dinero electrónico. También se ha propuesto alternativas de seguridad en el acceso y en la ejecución misma de la transacción.

Un punto importante para el éxito en el uso de la plataforma de dinero electrónico del Banco Central del Ecuador es la integración con otros sistemas, por ello se promueve el uso de tecnologías relacionadas como los contenedores docker, los buses empresariales de servicio y las estructuras de computación en la nube.

Los sistemas de geolocalización permiten que los analistas de la información puedan tener una visión ampliada acerca del comportamiento de ciertas variables que se estén investigando. En el caso del proyecto “uso del dinero electrónico” que el Banco Central del Ecuador, podría ser un complemento para el análisis demográfico.

REFERENCIAS

- Banco Central del Ecuador. (2011). Regulación BCE 017-2011. Quito-Ecuador. Retrieved from https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Regulaciones/Regulacion17_2011.pdf
- Banco Central del Ecuador. (2014). Acta entrega recepción contrato 018c. Retrieved from <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/buscarProceso.cpe?sg=1>
- Banco Central del Ecuador. (2016). Hack153.org. Retrieved from <http://www.hack153.org/>
- Bezoz, J. P. (1998). Secure method and system for communicating a list of credit card numbers over a non-secure network. USA. Retrieved from <https://www.google.com/patents/US5715399>
- Ciaian, P. (2016). The economics of BitCoin price formation, *6846*(April). <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1109038>
- Dijk, J. Van. (2014). A closer look at SQL University of Amsterdam.
- Escobar Terán, C. E. (2015). Estudio de la Implementación de una red de Dinero Electrónico a través de la plataforma celular en el Ecuador, comparandola con el uso de Tarjetas de Débito. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador*, *1*, 1–99. Retrieved from <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8438/Tesis-Charles-Escobar.pdf?sequence=1>
- García, J., De la Rosa, R., Castillo, H., & Cervantes, A. (2014). Aplicación móvil para mostrar sitios turísticos empleando realidad aumentada y geolocalización. *Research in Computing Science* *88*, 87–101. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/9175/bfdcb9da7863615078cc6374b8fac6d60ab5.pdf>
- He, W., & Da Xu, L. (2014). Integration of Distributed Enterprise Applications: A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, *10*(1), 35–42. <https://doi.org/10.1109/TII.2012.2189221>
- INEC. (2016). Estadística TICs 2016. Retrieved from http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2016/170125.Presentacion_Tics_2016.pdf
- INEC - Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2017). El analfabetismo digital en Ecuador se reduce en 10 puntos desde el 2012. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/el-analfabetismo-digital-en-ecuador-se-reduce-en-10-puntos-desde-el-2012/>
- Kumar, R., Gupta, N., Charu, S., Jain, K., & Jangir, S. K. (2014). Open Source Solution for Cloud Computing Platform Using OpenStack. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, *3*(5), 89–98. <https://doi.org/10.13140/2.1.1695.9043>
- Nyamtiga, B., Sam, A., & Laizer, L. (2013). Security Perspectives For USSD Versus SMS In Conducting Mobile Transactions: A Case Study Of Tanzania. *INTERNATIONAL JOURNAL OF TECHNOLOGY ENHANCEMENTS AND EMERGING ENGINEERING RESEARCH*, *1*(3), 38–43. Retrieved from <http://d.researchbib.com/f/5nq3q3YzydqTIyMF5ipzpiMzyhLJjgpUWcoaDio2A0ZwNkZ19GMJA1pzy0rF1D-MKWmpTIwqTy2MKZgEz9IYIImp2DglzIlp3ImYIAgpl1Wov1Qo25xqJA0nJ5aYH1iLzyfMF1HpzShp2SwqTyioaZgDF1QLKAyYIA0qJE5YH9zYIEuoacuozuYaOxMt.pdf>



| 12

DISEÑO DE POLÍTICAS DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN BASADO EN EL MARCO DE REFERENCIA COBIT 5

DESIGN OF IT SECURITY POLICIES BASED ON COBIT 5 REFERENCE FRAMEWORK

Cuzme Fabián¹

Suárez Luis¹

Bracho Cristian¹

Pupiales Carlos¹

¹ Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

fgcuzme@utn.edu.ec

RESUMEN

En la actualidad la información que se genera como producto de toda transacción de información se encuentra con problemas dentro del triángulo de seguridad que comprende tres factores esenciales: confidencialidad, integridad y disponibilidad. En este ámbito, las organizaciones tanto públicas como privadas están en la obligación de garantizar que se cumpla los tres factores citados anteriormente, con la finalidad de asegurar el correcto uso de la información. En respuesta a esta necesidad, existen algunas normas, estándares, mejores prácticas y marcos de referencia que permiten comprender el gobierno y la gestión de las tecnologías de información, tales como ISO, COBIT, ITIL, CMMI, PMBOK, OSSTM, entre otros. Es por ello que las organizaciones deben seleccionar cuál de estas alternativas usar en base a sus necesidades y requerimientos para generar sus políticas de seguridad en TI adecuadas para el correcto funcionamiento organizacional en todos sus niveles. En este estudio se diseña una metodología usando el marco de referencia COBIT 5 que permita comprender y gestionar las políticas de seguridad de la información para entornos de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales del Ecuador. El estudio se presenta en modalidad de investigación básica, al corresponder a una etapa de diseño de políticas de seguridad de la información para su posterior implementación y generalización en otras organizaciones.

Palabras claves: Políticas de seguridad, Gestión de TI, Marco de referencia, Seguridad de la información.

ABSTRACT

Currently, all the information exchanged in our networks has problems related to three main factors such as confidentiality, integrity, and availability. In this context, in order to guarantee the correct use of information in both public and private organizations, they must ensure the fulfillment of those three factors; therefore, there are several rules, standards, better practices, and reference frameworks such as ISO, COBIT, ITIL, CMMI, PMBOOK, and OSSTM in TI market that can be used for that purpose. For this reason, organizations should be smart enough to make the right decision and choose the suitable framework for their needs while the performance of their organization is satisfied and information is secured enough in all levels. This research presents a novel methodology under COBIT 5 framework which allows the management of TI security policies for local governments, GADS, in Ecuador. Finally, the designed methodology corresponds to a basic research modality that is suitable for its implementation and generalization in other organizations.

Keywords: Security policies, IT management, Framework, Information security.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los cyberdelitos se han convertido en una de las mejores prácticas de delincuencia, a nivel internacional empresas privadas como públicas han sido víctimas de este tipo de ataques, se puede nombrar como ejemplo el ataque suscitado en mayo de 2017, según la fuente (El Litoral, 2017) se registraron más de 45.000 cyberataques que afectaron a empresas y organismos en más de 74 países, para ello se utilizó la modalidad de malware denominado “ransomware” el cual consiste en pedir un rescate para liberar al equipo infectado.

El Ecuador también está incluido en las estadísticas sobre cyberdelitos, a partir del año 2010 se presenta un importante crecimiento en el porcentaje de casos reportados por este tipo de delitos, el más importante ocurrió en el año 2015 cuando cyberatacantes accedieron a equipos de 17 firmas privadas e instituciones públicas de Quito, Guayaquil y Cuenca. En los últimos cuatro años entre los sitios web atacados se encuentran el de la Policía Nacional, de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Chone (Manabí), Durán (Guayas), Baños (Tungurahua) y varios de la Provincia de Chimborazo, a esto se suman cyberataques dirigidos a la Asamblea Nacional, los cuerpos de Bomberos de diferentes ciudades, la Casa de la Cultura, los Ministerios de Ambiente, Transporte y Obras Públicas, Desarrollo Urbano, Finanzas Producción, entre otros. (Bravo, 2015)

Seguridad de la información

(ISACA, 2012), define a la seguridad de la información como algo que: “*dentro de la empresa, la información está protegida contra su divulgación a usuarios no autorizados (confidencialidad), modificación inadecuada (integridad) y su falta de acceso cuando se la necesita (disponibilidad)*”

De la definición anterior se desprende el concepto de la triada CIA, donde la Confidencialidad (Confidentiality) se encuentra enmarcada en salvaguardar las restricciones autorizadas para el acceso o la divulgación de la información dentro de una organización a la que se deben incluir los medios y mecanismos para proteger la privacidad de la misma; la Integridad (Integrity) se refiere a proteger la información contra una posible destrucción o modificación mal intencionada, para ello es necesario asegurar el no repudio y la autenticidad de la información; y la Disponibilidad (Availability) la cual asegura que se pueda acceder y usar la información de manera confiable en un momento propicio.

Marcos de referencia para definición de políticas de seguridad

Para la definición de políticas de seguridad, es necesario hacer referencia a estándares, marcos de referencias y mejores prácticas que ayuden a adaptar las políticas generadas de mejor manera al ambiente de la organización, entre los más importantes se detallan los siguientes:

- ISO/IEC 27000: ISO (International Organization for Standardization) e IEC (International Electrotechnical Commission), es un conjunto de estándares que proporcionan un marco de gestión de la seguridad de la información utilizable por cualquier tipo de organización, sin importar su naturaleza o tamaño. (López Neira & Ruiz Spohr, 2005)
- COBIT (Control Objectives for Information and related Technology) para la Seguridad de la Información: se encuentra basado en el marco de referencia de COBIT y se enfoca en la seguridad de la información, proporcionando a los profesionales de seguridad de TI y a las partes interesadas dentro de la empresa una guía detallada y práctica para alcanzar los objetivos del gobierno y la gestión de las TI corporativas. (ISACA, 2012)
- ITIL (Information Technology and Infrastructure Library): manual de mejores prácticas ampliamente utilizado para la gestión de los servicios de TI cuya función principal es brindar servicios de alta calidad tratando de lograr la máxima satisfacción del cliente a un costo manejable, para ello, parte de un enfoque estratégico basado en el triángulo procesos-personas-tecnología. (Coello, 2008)
- CCMI (Capacity Maturity Model Integrated): es un marco de referencia que nació a partir de una fusión de los modelos de mejora para los procesos de Ingeniería de Software cuyo objetivo principal es establecer una guía que permita a las organizaciones mejorar sus procesos y habilidades para organizar,

desarrollar, adquirir y mantener productos y servicios informáticos. (Coello, 2008)

- PMBOK (Project Management Body of Knowledge): es una norma Americana reconocida para la gerencia de proyectos cuyo objetivo es la de proveer un marco de referencia formal para desarrollar proyectos, permitiendo guiar y orientar a las personas que tienen a su cargo dichos proyectos dando las pautas sobre la forma de avanzar en los mismos y los pasos que se deben seguir para alcanzar los resultados y objetivos propuestos.(Universidad ESAN, 2016)
- OSSTMM (Open Source Security Testing Methodology Manual): proporciona una metodología para una prueba de seguridad a fondo, conocida también como auditoría OSSTMM la cual provee de una medición precisa de la seguridad a nivel operacional; además permite a cualquier profesional en pruebas de seguridad contribuir con ideas para realizar pruebas más precisas, concretas y eficientes. (Herzog, 2010).

Normativa Nacional sobre la seguridad de la información

Dentro del marco de la generación de gobierno electrónico, se contempla la normativa legal con la que las entidades del Estado ecuatoriano deben cimentar sus funciones y competencias en temas de seguridad de la información, dichos documentos están disponibles en el sitio web oficial de la Secretaría Nacional de la Administración Pública (<http://www.administracionpublica.gob.ec>).

Además, se tienen las Normas de Control Interno para el Sector Público del Ecuador, a partir del apartado 410 en donde se contemplan 17 numerales para normar internamente las Unidades de Tecnologías de la Información, y en especial el numeral 04 para políticas y procedimientos que deben adoptar dichas Unidades Departamentales. (Contraloría General del Estado, 2009). Código Orgánico Integral Penal (COIP) que tipifica las sanciones e infracciones penales y se establecen procedimientos para el juzgamiento de las personas que hayan cometido algún tipo de infracción. (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2014)

MÉTODO

Para mostrar un ejemplo práctico de la generación de políticas de seguridad dentro de una organización se realizó un caso de estudio en el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mira. Previo a elaborar el manual de Políticas de Seguridad de la Información, fue necesario utilizar una herramienta evaluativa del estado actual de toda la infraestructura que compete al entorno de las tecnologías de la información; para esto se utilizó OSSTMM versión 3, que permitió medir el estado de la seguridad de la organización en 5 canales diferentes: humano, físico, inalámbrico, telecomunicaciones y redes de datos como se muestra en la tabla 1, esto con el fin de identificar las áreas más vulnerables de la organización y enfocar las políticas de seguridad en la mejora de dichas vulnerabilidades y afianzar las fortalezas que ésta posea.

Tabla 1

Resultados finales de la aplicación de la metodología OSSTMM v3

Canal Ítem	VALORES DE ANÁLISIS				Promedio
	Humano	Físico	Inalámbrico	Redes de Datos	
OpSec	9.48	11.43	8.43	12.29	10.41
Limitaciones	14.04	16.12	11.76	20.10	15.51
Controles Verdaderos	5.4	6.21	4.34	6.99	5.74
Seguridad Δ	-18.11	-21.34	-15.85	-25.39	-20.17
Protección Verdadera	81.89	78.66	84.15	74.61	79.83
Seguridad Actual	81.95 ravs	78.79 ravs	84.26 ravs	74.81 ravs	79.95 ravs

Nota. Recuperado de (Bracho, 2017)

Catalizadores de COBIT

COBIT define siete categorías de catalizadores para la Seguridad de la Información, de los cuales principios, políticas y marcos de referencias son el núcleo que integra a los otros seis catalizadores (procesos; estructuras organizativas; cultura, ética y comportamiento; información, servicios, infraestructuras y aplicaciones; personas, habilidades y competencias) ya que son el vehículo que permite traducir el comportamiento deseado en guías prácticas para la gestión del convivir diario. (ISACA, 2012)

- Procesos: describe las prácticas y actividades que permitirán aportar al cumplimiento de ciertos objetivos de la organización y elaborar los resultados que se obtengan en el contexto de las metas generales que se encuentren relacionadas con las Tecnologías de la Información. (ISACA, 2012)
- Estructuras Organizativas: abarca las entidades que aporten en la toma de decisiones claves para la organización. (ISACA, 2012).
- Cultura, Ética y Comportamiento: mantiene una estrecha relación entre las personas y la Organización, por lo que no debe subestimarse en las actividades de gobierno y gestión de las TI. (ISACA, 2012).
- Información: enfoca en cómo debe ser tratada la información que se genera dentro y fuera de la organización, ya que, a nivel operacional, la información, es el motor que mueve todos los procesos dentro de la misma. (ISACA, 2012).
- Servicios, Infraestructuras y Aplicaciones: se debe incluir toda la infraestructura, tecnologías y aplicaciones que genera la empresa a modo de servicios y procesamiento de TI. (ISACA, 2012).
- Personas, Habilidades y Competencias: enfocado en las personas y su aplicabilidad, se enfoca en el cumplimiento de las actividades en la toma de decisiones convenientes y de las acciones correctivas pertinentes que se deban ejecutar dentro de la organización. (ISACA, 2012).

Diseño de las Políticas de Seguridad

Primeramente, se debe definir las personas que aprueban las políticas dentro de la organización, las consecuencias de no cumplir con una o un conjunto de políticas en particular, los mecanismos para la gestión de las excepciones, y la forma en que se comprobará y medirá el cumplimiento de las políticas.

En la tabla 2 se muestra los roles descritos anteriormente aplicados al caso de estudio, para ello se hace referencia al organigrama estructural del GADM-Mira vigente a la fecha (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mira, 2016).

Tabla 2

Roles que deben cumplir los grupos de interés en relación con la Seguridad de la Información en el GADM-Mira

Parte Interesada	Tipo de Información									
	Estrategia de Seguridad de la Información	Presupuesto para la Seguridad de la Información	Plana de Seguridad de la Información	Políticas	Requerimientos de Seguridad de la Información	Material de Concienciación	Informes de Revisión de Seguridad de la Información	Catálogo de Servicios de Seguridad de la Información	Perfil de Riesgo de la Información	Cuadro de Mando de Seguridad de la Información
A: Aprobador										
O: Organizador										
I: Informado										
U: Usuario										

Interno: Empresa										
Consejo Municipal	U			I		U	I		A	
Comité de Informática y Director de Planificación	U			A		U	I		U	
Director Financiero		A		U		U			U	
Encargado del Área de Sistemas	O	U	O	O	A	A	A	A	U	U
Comité de Informática	A	O	A	U	U	I	U	I	U	U
Seguimiento y Evaluación				U	O	U		U	U	
Jefe de Talento Humano				U		U				
Interno: TI										
Encargado del Área de Sistemas	U	O	U	U	U	U	I		U	U
Encargado del Área de Sistemas	U	U	U	O	U	O	O	O	O	O
Externo										
Inversores (No Aplica)						I				
Aseguradores						I	I		I	
Auditoria Interna		I				I	I			
Vendedores/Proveedores						I				
Contraloría General del Estado		I				I	I		I	I

Nota. Adaptado de (ISACA, 2012)

Aspectos a tomar en cuenta para el diseño de las políticas de seguridad:

- Grupos de interés: se debe tomar en cuenta los entes que son parte activa dentro de la organización, éstos pueden ser internos o externos a la misma, tomando en cuenta que dichos grupos de interés deben aportar al cumplimiento de las metas y objetivos de TI de la organización.
- Metas: cada catalizador debe cumplir con una meta específica dentro de la organización, deben también enfocarse en aportar al cumplimiento de la visión de la organización y de las unidades departamentales que hacen uso de los recursos de TI.
- Ciclo de vida: para todas las políticas se debe definir de manera general un ciclo de vida o tiempo, en el cual debieron apoyar en la consecución de las metas planteadas tanto a nivel general como particular.
- Buenas prácticas: permite que las políticas se enmarquen en un ámbito global y se estructuren de manera jerárquica, tratando de sintetizarlas de la manera correcta para que se apeguen a los principios de la organización y del entorno.

RESULTADOS

Haciendo referencia a (ISACA, 2012), las políticas de seguridad de la información se dividen en 13 temas, que se distribuyen en tres secciones, así:

Políticas de Seguridad de la Información

- Políticas generales de seguridad de la información

El GADM del Cantón Mira deberá definir e implantar los controles necesarios para proteger la información contra los tres principios básicos: confidencialidad, integridad y disponibilidad.

Políticas Específicas de Seguridad de la Información Dirigidas por la Función de Seguridad de la Información

- Políticas de control de acceso

Todas las áreas destinadas al procesamiento o almacenamiento de información sensible para el GADM, así como aquellas en las que se encuentran los equipos y demás infraestructura de soporte para los sistemas de información y comunicaciones se consideran áreas de acceso restringido. En consecuencia, deben contar con medidas de control de acceso físico perimetral, de tal manera que permitan proteger la información, el software y el hardware de daños intencionales o accidentales.

- Políticas de seguridad de la información relativa al personal

El personal debe ser adecuadamente seleccionado antes de ser contratado, luego debe ser fácilmente identificable mientras forme parte del GADM y su acceso a los activos de la institución debe ser revocado oportunamente una vez que haya finalizado su contrato o haya sido transferido.

- Políticas de seguridad física y ambiental

Los equipos de procesamiento de datos y el cuarto de comunicaciones, así como los mecanismos de control de acceso físico a áreas restringidas del GADM del Cantón Mira, tanto para personal de la institución como de particulares, deben encontrarse en ambientes físicamente protegidos a fin de garantizar el acceso no autorizado, daños o interferencias y deben apearse a las normas y estándares vigentes en la región.

- Política de respuesta a incidentes de seguridad

Se deben establecer responsabilidades y procedimientos para tratar los eventos y los puntos débiles de la seguridad de la información de forma efectiva. Una vez que se hayan comunicado a través de un proceso de mejora continua, el grupo de resolución de problemas se encargará de analizar la causa y evaluarla conforme al proceso de gestión de problemas del GADM.

Políticas Específicas de Seguridad de la Información Dirigidas por otras Funciones dentro de la Organización

- Política de continuidad de las operaciones y recuperación ante desastres.

Las áreas de Sistemas y Planificación del GADM, deben realizar actividades de planeamiento, preparación, entrenamiento y ejecución de las actividades de resguardo de los activos de la infraestructura tecnológica Institucionales, que aseguren un proceso de recuperación de desastres con el menor costo posible.

- Política de gestión de activos

Para asegurar que los activos de la información reciben el nivel de protección adecuado, el Área de Sistemas del GADM es responsable de definir la metodología de clasificación de los activos de información, mismos que se deben clasificar según la necesidad, las prioridades y el grado de protección esperado en el manejo de los mismos.

- Reglas de comportamiento

Para salvaguardar la privacidad de los documentos físicos que se manejen con reserva, se debe proveer de un mecanismo de almacenamiento con llaves, mismas que manejen solo el personal que tenga acceso a dichos documentos.

- Políticas de adquisición, desarrollo de software y mantenimiento de sistemas informáticos

El Área de sistemas del GADM debe proveer las medidas de seguridad en los sistemas de información desde la fase de requerimiento, y deben ser incorporados en las etapas de desarrollo, implementación y mantenimiento.

- Política de gestión de proveedores

Todo proveedor debe firmar un acuerdo de no-divulgación antes de tener acceso a la información del GADM.

- Política de gestión de comunicaciones y operaciones

Los deberes y áreas de responsabilidad deben estar adaptadas para reducir las oportunidades de una modificación no-autorizada o mal uso no-intencional o mal uso de los activos de la organización.

- Política de cumplimiento

Es responsabilidad del personal encargado de la administración de la seguridad y de auditoría interna verificar el cumplimiento de las políticas de seguridad. Las excepciones deben ser reportadas al director departamental pertinente.

- Política de gestión de riesgos

Los propietarios de la información y jefes departamentales son conjuntamente responsables de desarrollar un plan de gestión de riesgos corporativo de los sistemas a su cargo, preferencialmente en un periodo de un año.

CONCLUSIONES

- Si bien COBIT 5 para la seguridad de la información, basa su estructura en 7 catalizadores diferentes, para poder plasmar el contexto de todos en un solo documento, es necesario simplificarlos en el catalizador de principios, políticas y marcos de referencias, ya que este catalizador permite establecer las bases para que los otros seis catalizadores puedan conjugarse de tal forma que permitan tratar la información de una organización de manera particular.
- Previo establecer un manual de políticas de seguridad para una institución pública o privada, es necesario identificar los roles específicos que deberá cumplir cada instancia departamental, esto con el fin de definir los responsables de cada subproceso y poder tener un flujo más eficiente de los procedimientos tanto de evaluación, modificación, aprobación y difusión del documento final.
- Una de las principales ventajas que presenta COBIT es que puede ser fácilmente adaptable a metodologías de evaluación de análisis de riesgos, como por ejemplo OSSTMM, misma que permite identificar las partes más vulnerables del sistema de seguridad de la organización, y en base al resultado obtenido, poder tener un enfoque más realista de los aspectos que necesitan una mayor atención.
- La implementación del Manual de Políticas de Seguridad de la Información dará al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mira un complemento legal para normar las actividades que realice el personal en cuanto al uso y tratamiento de la información, para poder establecer mediadas sancionatorias a quien hiciere mal uso de las mismas, en base al reglamento interno vigente de la Institución.

AGRADECIMIENTOS

A la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte por la apertura para la ejecución de esta investigación; así como también al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mira lugar de desarrollo del caso de estudio.

REFERENCIAS

- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (10 de 02 de 2014). Código Orgánico Integral Penal. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <http://www.asambleanacional.gob.ec/es/system/files/document.pdf>
- Bracho, C. L. (2017). *AUDITORÍA DE SEGURIDAD INFORMÁTICA DIRIGIDA AL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN MIRA BASADO EN EL ESTÁNDAR COBITv5, SIGUIENDO LA METODOLOGÍA OSSTMMv3 (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- Bravo, D. (26 de 07 de 2015). *EL COMERCIO*. Obtenido de Ecuador se muestra vulnerable a ciberataques: <http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-muestra-vulnerable-ciberataques.html>
- Coello, H. (08 de 12 de 2008). *Informacion de interes del mundo TI*. Obtenido de ITIL, COBIT, CMMI, PMBOK: Como integrar y adoptar los estándares para un buen Gobierno de TI: <https://helkyncoello.wordpress.com/2008/12/08/itil-cobit-cmmi-pmbok-como-integrar-y-adoptar-los-estandares-para-un-buen-gobierno-de-ti/>

- Contraloría General del Estado. (02 de 12 de 2009). *NORMAS DE CONTROL INTERNO PARA EL SECTOR PUBLICO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR*. San Francisco de Quito, Pichincha, Ecuador.
- El Litoral. (12 de 05 de 2017). *EL LITORAL*. Obtenido de Masivo ataque de hackers a nivel mundial : http://www.ellitoral.com/index.php/id_um/148485-masivo-ataque-de-hackers-a-nivel-mundial-afecto-a-mas-de-74-paises.html
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mira. (01 de 02 de 2016). *Alacldía Mira*. Obtenido de Ley de Transparencia Enero 2016: <http://mira.gob.ec/Transparencia2016/Enero/Litaorganigramainstitucion/Organigrama.pdf>
- Herzog, P. (2010). *OSSTMM 3. Manual de la Metodología Abierta de Testeo de Seguridad*. New York: ISECOM.
- ISACA. (2012). *COBIT 5 para Seguridad de la Información*. Madrid: ISACA Framework.
- López Neira, A., & Ruiz Spohr, J. (2005). *ISO 27000.ES*. Obtenido de El portal de ISO 27001 en Español: <http://www.iso27000.es/index.html>
- Universidad ESAN. (12 de 09 de 2016). *CONEXION ESAN*. Obtenido de ¿Qué es la guía del PMBOK?: <http://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/09/que-es-la-guia-del-pmbok/>



EVALUACIÓN DE RIESGOS DEL ÁREA DE TI BASADO EN EL MARCO DE REFERENCIA COBIT 5

IT AREA RISK ASSESSMENT BASED ON COBIT REFERENCE FRAMEWORK 5

Margoth Guaraca¹

Elizabeth Ayala²

José Jácome³

Hugo Imbaquingo³

¹Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Santo Domingo de los Tsáchilas - Ecuador

²Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador

³Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador

esis@pucesd.edu.ec

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se exhibe información acerca de la evaluación de riesgos del área de TI de la ESPE-Santo Domingo, basado en el marco de referencia COBIT 5, cuyo objetivo principal es evaluar e identificar los principales riesgos a los que se encuentra expuesta. La metodología aplicada para ejecutar esta evaluación consta de tres fases: La primera que comprende un estudio preliminar donde se conoce la entidad a evaluar, se elabora el plan de auditoría, que contiene el alcance, objetivos, cuestionarios, solicitudes y demás documentos necesarios, la siguiente fase es la ejecución de la evaluación donde se realiza la revisión de los procesos, controles, seguridades, documentos, políticas y procedimientos relacionados, además se realizan pruebas de cumplimiento que permiten establecer los procesos críticos que no se encuentren alineadas a los objetivos estratégicos de la institución, y por último la etapa final donde se genera un informe de auditoría con los hallazgos, criterios de evaluación, causa, riesgos y las respectivas recomendaciones de cada proceso evaluado. Los resultados permitirán que se apliquen los controles necesarios que mitigue los riesgos relevantes que pueden estar amenazando al normal funcionamiento de la institución. El uso de un marco de referencia permitirá apoyar a la organización a alcanzar sus objetivos, COBIT 5 ofrece un marco integral con varios objetivos de control que orientan y ofrecen un modelo de referencia aplicable para la gestión de TI, es decir ayuda a las empresas a crear valor mediante un balance entre la obtención de beneficios y la optimización de los niveles del riesgo y el uso de recursos, además permite administrar de forma integral cubriendo todo el negocio de extremo a extremo teniendo en cuenta a los grupos de interés.

Palabras Clave: Auditoría, riesgos, COBIT 5, evaluación de riesgos, plan de auditoría

ABSTRACT

In this research, information is presented about the risk assessment of the ESPE-Santo Domingo IT area, based on the COBIT 5 framework, whose main objective is to evaluate and identify the main risks to which it is located Exposed. The methodology used to carry out this evaluation consists of three phases: The first one comprises a preliminary study where the entity to be evaluated is prepared, the audit plan is drawn up, containing the scope, objectives, questionnaires, requests and other necessary documents; The next stage is the execution of the evaluation process where the processes, controls, securities, documents, policies and related procedures are performed. In addition, compliance tests are carried out to establish critical processes that are not aligned with the strategic objectives Of the institution, and finally the final stage where an audit report is generated with the findings, evaluation criteria, cause, risks and respective recommendations of each process evaluated. The results will allow the necessary controls to be applied to mitigate the relevant risks that may be threatening the normal functioning of the institution. The use of a reference framework will allow the organization to achieve its objectives, COBIT 5 offers a comprehensive framework with several control objectives that guide and offer a relevant reference model for IT management, ie, help companies to Create value through a balance between obtaining profits and optimizing levels of risk and use of resources, and allows management in an integral way covering the entire business from end to end taking into account the interest groups.

Key words: Audit, risks, COBIT 5, risk assessment, audit plan

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, las organizaciones están conscientes de los riesgos asociados a los rápidos cambios tecnológicos ya que sus operaciones en la mayoría de los casos están apoyadas en plataformas tecnológicas debido a esto contratan a empresas que realizan consultorías de evaluaciones técnicas y auditorías informáticas las mismas que permiten detectar los riesgos, mejorar e implementar nuevos controles que garantizarán la seguridad de la información, además de establecer responsabilidades y sobre todo alinearse con los objetivos de la empresa.

Las instituciones de educación superior no son ajenas a estos cambios y más ahora que están sujetas a evaluaciones y acreditaciones en las que el objetivo es elevar la calidad de la educación bajo leyes de orden regulatorio que deben ser cumplidos para lograr la acreditación esto es controlado desde entidades como la Secretaría Nacional de Educación Superior Ciencia y Tecnología y el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, el área de TI debe estar orientada a ayudar a cumplir con los requerimientos e indicadores de calidad académica con una plataforma tecnológica que soporte los procesos de gestión y evaluación.

En vista de la necesidad de cumplir con los requerimientos de evaluación y acreditación, requiere de una evaluación técnica a su unidad de tecnología la misma que permitirá detectar riesgos y vulnerabilidades y de esta forma emitir recomendaciones de control y contingencia que ayuden a mitigar el riesgo y minimizar el impacto si el riesgo se ha materializado en un problema.

Al realizar una evaluación o auditoría basada en riesgos el auditor debe entender la entidad y debe identificar y analizar los riesgos relevantes para alcanzar los objetivos y determinar las actividades de control. Para plantear y ejecutar procedimientos de auditoría que respondan a los riesgos valorados y reduzcan a un nivel aceptable.

METODOLOGÍA

La Metodología a utilizar para la evaluación técnica informática, está dado bajo los siguientes parámetros: métodos y técnicas de investigación y el Marco de Referencia COBIT 5. En base a estos parámetros se realiza la planeación de la auditoría, según el esquema obtenido se realiza la ejecución de la misma y en función de los hallazgos se emiten las respectivas recomendaciones en el informe final.

Planeación de la evaluación

Se realiza la planificación de la evaluación en base a un análisis de la situación actual de la institución, el mismo que se realiza por medio de la observación directa del lugar a ser evaluado en donde se determinan los objetivos, el alcance y cronograma de las actividades a realizar, las principales actividades a realizar para el trabajo de auditoría son las siguientes:

1. Investigar y analizar información referente a COBIT 5 y riesgos informáticos.
2. Recabar y analizar la información referente a la parte tecnológica de la de la Institución a Evaluar.
3. Determinar los procesos más críticos y relevantes en base a los objetivos estratégicos de la Institución a Evaluar, que serán objeto de la evaluación.
4. Ejecutar la auditoría en base a los procesos y actividades preseleccionadas con COBIT 5, dichos procesos basados en los objetivos estratégicos de la institución.
5. Analizar los riesgos presentes de la parte tecnológica de la institución.
6. Elaborar el informe de la evaluación técnica informática en base a los riesgos encontrados.

Alcance de la evaluación

En la evaluación técnica de los procesos críticos del área tecnológica de la institución, se aplicará el modelo en cascada de COBIT 5 para determinar los más críticos que deberán ser evaluados, y de estos procesos se escogerán las actividades más importantes con sus respectivas entradas y salidas; las mismas que serán evaluadas en la ejecución de la auditoría, finalmente se elaborará un informe de auditoría basado en riesgos de los hallazgos obtenidos y las respectivas recomendaciones.

Comprensión del negocio y sus procesos de negocio

Se debe tener claro el objetivo principal, la misión de la institución y los procesos de negocio a evaluar que será el punto de partida para realizar un análisis preliminar y en base a la planeación estratégica de la institución se deben elaborar los objetivos y alcance de la auditoría.

Desde aquí se partirá para realizar un análisis con la ayuda del marco de referencia COBIT 5 y el personal de la institución, que determinaran los procesos con mayor criticidad dentro del área tecnológica, a para los cuales se ha preparado entrevistas y se ha realizado observación de campo.

En una auditoria es primordial la presentación de documentos que respalde la información recabada, por lo tanto, en necesario solicitar documentos, a continuación, se cita algunos de ellos:

- Plan estratégico de la Institución.
- Políticas de la institución.
- Manuales de procesos y procedimientos del personal del área Tecnológica.
- Documentos sobre los equipos, series y características y todo sobre los mismos.
- Manual de los procedimientos de los sistemas.
- Proyectos de instalación de nuevos sistemas.
- Registro de copia de respaldo de datos.
- Inventario actualizado de equipos de cómputo y de red.
- Diagrama de cableado estructurado de la red de telefonía y datos de la institución
- Listado de activos de equipos de cómputo y de red institución.
- Documento de Políticas normas de uso de laboratorios institución
- Listado de activos de equipos de cómputo y de red y los responsables de los mismos.

Cumplimiento (Normas internas y Externas)

La institución donde fue aplicada la evaluación, al ser una institución de Educación Superior está regida por la Ley de Educación Superior (LOES) y su respectivo reglamento, de igual forma hasta que el Estatuto de la institución sea aprobado por la Secretaría de Educación Superior, se encuentra vigente el Estatuto, Reglamentos, Normas y Disposiciones administrativas y financieras aprobados hasta la actualidad.

Para determinar los procesos que se tomaron en cuenta en la evaluación fue necesario referirse a los objetivos y estrategias de la ESPE señalados en el Plan Estratégico de la ESPE 2014 – 2017, y se conjuga con las 14 metas empresariales establecidas en COBIT 5, se realizó una tabla donde en las columnas se colocaron todos las estrategias y en las filas todas las Metas Empresariales que tiene COBIT 5 y se procedió a dar un peso de acuerdo al nivel de alineamiento que tiene cada estrategia con las metas empresariales de COBIT 5, de acuerdo a la Tabla 1, que se muestra a continuación:

Tabla 1

Valoración para las estrategias ESPE

PESO	DESCRIPCIÓN
0	No está alineada la estrategia de la ESPE con la meta empresarial de COBIT
1	Parcialmente alineada la estrategia de la ESPE con la meta empresarial de COBIT
2	Alineada la estrategia de la ESPE con la meta empresarial de COBIT

En la Tabla 2 se tiene las 17 metas empresariales de COBIT 5, con su puntaje final, la meta empresarial que se encuentra más alineadas con las estrategias de la ESPE es la 1 “Valor para los interesados de las inversiones de Negocio” cuyo valor llega al 73, siendo el valor más alto que sirve de referencia para la selección de las demás metas. Después de analizar y seleccionar las de mayor valor, se obtuvo 13 metas corporativas que están marcadas con la letra P y sirven para seguir en la selección de los procesos a evaluar. Esta tabla representa un resumen de todos los pasos realizados para determinar los procesos a ser evaluados.

Tabla 2

Relación Estrategias ESPE- Metas Empresariales COBIT 5

GRUPO DE AUDITORES Y PERSONAL DE LA ESPE	FINAL	METAS SELECCIONADAS
METAS EMPRESARIALES COBIT 5		
1. Valor para los interesados de las inversiones de Negocio	73,00	P
2. Cartera de productos y servicios competitivos	67,95	P
3. Riesgos de negocio gestionados (salvaguarda de activos)	37,65	P
4. Cumplimiento de leyes y regulaciones externas	39,48	P
5. Transparencia financiera	25,25	S
6. Cultura de servicio orientada al cliente	55,55	P
7. Continuidad y disponibilidad del servicio del negocio	46,83	P
8. Respuestas ágiles a un entorno de negocio cambiante	63,82	P
9. Toma Estratégica de decisiones basa en información	36,27	P
10. Optimización de costes de entrega de servicio	29,84	S
11. Optimización de la funcionalidad de los procesos del negocio	39,03	P
12. Optimización de los costos de los procesos del negocio	33,97	S
13. Programas gestionados de cambio en el negocio	37,00	P
14. Productividad operacional y de los empleados	43,16	P
15. Cumplimiento con las políticas internas	30,30	S
16. Personas preparadas y motivadas	50,96	P
17. Cultura de innovación de producto y negocio	64,74	P

Fuente: Los Autores, (ISACA, 2012)

RESULTADOS

Aplicada la evaluación técnica informática a la ESPE – Sede Santo Domingo, se presentaron los siguientes hallazgos, según los procesos de mayor criticidad en base a COBIT 5 como lo muestra la tabla 3

Tabla 3

Metas TI COBIT 5-Procesos

PROCESOS COBIT 5		SUMATORIA METAS TI	PUNTAJE
Evaluar, Orientar, Supervisar	01 Asegurar el establecimiento y mantenimiento del marco de referencia de gobierno.	18	85,7
	02 Asegurar la entrega de beneficios.	18	85,7
	04 Asegurar la optimización de recursos.	16	76,2
Alinear, Planificar, Organizar	01 Gestionar el marco de gestión de TI.	21	100,0
	02 Gestionar la estrategia.	18	85,7
	03 Gestionar la arquitectura empresarial.	18	85,7
	04 Gestionar la innovación.	19	90,5
	08 Gestionar las relaciones.	18	85,7
	09 Gestionar los acuerdos de servicio.	13	61,9
	10 Gestionar los proveedores.	15	71,4
Construcción, Adquisición e Implementación	01 Gestionar programas y proyectos.	15	71,4
	02 Gestionar la definición de requisitos.	18	85,7
	04 Gestionar la disponibilidad y la capacidad.	14	66,7
	05 Gestionar la introducción del cambio organizativo.	13	61,9
	06 Gestionar los cambios.	17	81,0
Entregar, Dar Soporte y Soportado	01 Gestionar operaciones.	16	76,2
	03 Gestionar problemas.	17	81,0
	04 Gestionar la continuidad.	18	85,7
Supervisión, Evaluación y Verificación	01 Supervisar, evaluar y valorar el rendimiento y la conformidad.	18	85,7

Para el proceso EDM01 Asegurar el establecimiento y mantenimiento del marco de referencia de gobierno. La organización no posee un gobierno que se encuentre alineado a TI que cumpla con los requerimientos de las partes interesadas desaprovechando recursos porque dependen totalmente del departamento UTICs.

- En el proceso EDM02 Asegurar la Entrega de Beneficios. Para el portafolio y las inversiones de TI no se pueden asegurar un valor óptimo debido a las prácticas y principios de gestión que se desarrollan en el área de TI que no está definida claramente.
- El proceso EDM04 Asegurar la Entrega de Beneficio, permitió determinar que la asignación de recursos no se lo hace directamente en la sede y no existe principios normados que guíen la gestión de dichos recursos que permita evaluar la correcta la asignación y el uso óptimo de los recursos.
- El resultado del proceso APO01 Gestionar el Marco de Gestión de TI, es muy crítico porque no se encuentra definida, documentada y aprobada las Políticas, procedimientos, funciones, roles internos, externos y las actividades de TI realizados por terceros que conlleva al incumplimiento de los objetivos de la institución y de los requisitos necesarios para el gobierno corporativo.

- El proceso APO04 Gestionar la innovación muestra la inexistencia de un plan de innovación establecido que tome en cuenta el área de TI, el apetito del riesgo, presupuesto y los objetivos que se quieren alcanzar con la innovación, lo que resta valor a la institución y crea una desventaja frente a la competencia.
- Para el proceso APO07 Gestionar los Recursos Humanos, no existen principios rectores que permitan la planificación, ejecución y seguimiento para la selección del personal adecuado dando como resultado que el área de TI solo cuente con una persona que por sus responsabilidades no pueda responder de una forma adecuada ante los incidentes que pueden afectar al alcance de los objetivos institucionales.
- El proceso APO10 Gestionar los proveedores, postula que: Los proveedores rinden según lo acordado. El riesgo de los proveedores se evalúa y trata adecuadamente. Las relaciones con los proveedores son eficaces. Pero los hallazgos fueron que no existe una base para evaluar a los proveedores y se pueda garantizar, supervisar la calidad del servicio.

CONCLUSIONES

- De acuerdo con lo expuesto en el presente trabajo, en la actualidad la información y los datos poseen una importancia decisiva en la gran mayoría de compañías, convirtiéndose así en su activo más importante, si llegamos a perder la información de la compañía, es muy probable que no podamos volver a recuperarla si no se tienen las consideraciones debidas, con lo que es probable que la institución deje de operar.
- Una vez identificados los riesgos, se procedió a desarrollar los controles para el Sistema de gestión de información de la institución. Antes que nada, es indispensable obtener el apoyo de la alta gerencia haciéndoles entender la importancia que tiene la seguridad de la información en toda institución. Con el apoyo de las autoridades, podemos asegurar que el personal de la institución va a seguir las políticas y procedimientos y procesos recomendados
- En el proceso de evaluación de riesgos del área de TI se definió la metodología, los objetivos, el alcance de la evaluación y los instrumentos a utilizar, en el Plan de Auditoría se seleccionaron los procesos de mayor criticidad o relevancia tomando en cuenta la opinión la alta gerencia.
- Finalmente se elaboró el informe bajo la Guía de Referencia, IS Audit and Assurance Standards y IS Audit and Assurance Guidelines issued de ISACA, con los hallazgos, criterios de evaluación, causa, efecto – riesgo, y las recomendaciones pertinentes para cada proceso evaluado. Como se indicó anteriormente al no disponer de un área de TI, el principal riesgo es que se vea afectada la continuidad de los servicios que ofrecen la universidad y dependen directamente de TI.

REFERENCIAS

- Burlaung, N. (2014). *ESPE*. Obtenido de <http://www.espe.edu.ec/>
- Hernández Hernández, E. (2002). *Auditoría en Informática*. México: CECSA.
- ISACA. (2012). *COBIT 5*. Obtenido de www.isaca.org
- ISACA. (01 de 05 de 2017). *ISACA*. Obtenido de https://www.isaca.org/Knowledge-Center/Standards/Documents/1202_std_Spanish_1113.pdf
- Ministerio de Educación. (06 de 06 de 2017). *Ministerio de Educación*. Obtenido de <https://educacion.gob.ec/auditoria-a-la-gestion-educativa/>
- Piattini Velthius, M., del Peso Navarro, E., & del Peso Ruiz, M. (2008). *Auditoría de Tecnologías y Sistemas Información*. Madrid, España: Ra-Ma.
- Piattini, M., & Del Peso, E. (2001). *Auditoría Informática Un enfoque práctico*. Bogotá: Alfaomega - RaMa.
- Quishpe Goyes, B. E., & Vargas Cisneros, M. S. (2013). *Modelo de Auditoría Informática Basada en Riesgos en Ambitos Financieros*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

Rodriguez, M. (05 de 01 de 2017). *Backtrackacademy*. Obtenido de Backtrackacademy: <https://backtrackacademy.com/articulo/auditoria-de-infraestructura-de-tecnologia-de-i> Gestión inteligente de territorio
Gestión inteligente de territorio
nformacion-basado-en-estandares-buenas-practicas

GESTIÓN INTELIIGENTE DE TERRITORIO



LAS FIRMAS DIGITALES Y SU APORTE EN LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

DIGITAL SIGNATURES AND THEIR CONTRIBUTION TO THE ENVIRONMENT PROTECTION

Danilo Arévalo¹

Jefferson Almeida¹

Orlen Araujo¹

Sergio Mieves¹

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión en El Carmen, Manabí - Ecuador

danylo.ah@hotmail.com

Resumen

Las firmas digitales son herramientas que garantizan el cumplimiento de políticas que actualmente regulan a las empresas. En los últimos diez años Ecuador las ha asumido como alternativa para mejorar la gestión, fundamentalmente en procesos organizativos. La presente investigación se basó en la recopilación de información, se empleó una metodología cualitativa, apoyada en el análisis, la comparación y la síntesis de artículos referentes a los temas en mención, encontrados en libros, revistas y repositorios digitales calificados. El extracto del estado de los conceptos propuestos, aspectos de la temática que aún no han sido explorados en el ámbito de la investigación y contradicciones existentes entre los investigadores que se han dedicado al estudio de esta temática fueron los resultados obtenidos. Se demostró que las firmas digitales aportan al cumplimiento de políticas internas y externas convirtiéndose en la solución adecuada a la obligación que tienen estas de implementar tecnologías que sustituyan a los documentos físicos por digitales, manteniendo la integridad y autenticidad de esta información. Así mismo, se expone el estudio de los conceptos que abarcan las firmas digitales, y como estas podrían ayudar a las empresas en la conservación del medio ambiente a través del ahorro significativo de papel y otros gastos que se generan al momento de crear y enviar un documento, en su almacenamiento y posterior consulta. Como resultado de la revisión, análisis y discusión, se concluye que las firmas digitales son la ayuda tecnológica que genera un impacto económico con la disminución del consumo de papel y espacios de almacenamiento de los mismos.

Palabras Clave: Firmas digitales, seguridad, cero papel, medio ambiente.

Abstract

The digital signatures are tools for establishing the fulfilment of politics to control the enterprises nowadays. In the last ten years Ecuador has assumed them as an alternative to improve management, fundamentally in organizational processes. This research is based in the information collection, it used a qualitative methodology, and it was supported in the analysis, the comparison and the synthesis of similar researching about the same themes, which were found in books, magazines and digital and qualified repositories. The essential of the state of the proposed concepts, aspects about the topics that haven't been explored yet in the researching field and actual contradictions among the investigators who had dedicated to study these themes, these were the obtained results. It demonstrated that the digital signatures support to the fulfilment of internal and external politics which become in the adequate solution to the obligation that the enterprises have to implement technologies to replace all the printed documents to digital ones, it permits to keep the integrity and authenticity about this information. Furthermore, it exposes the study of concepts that cover digital signatures, and now these could help companies in the conservation of the environment through the meaning save paper and other expenses that appear at the time of creating and send the document, in Storage and subsequent consultation.

Keys words: Digital signatures, security, no paper, environment.

Introducción

Actualmente existen herramientas que son de gran ayuda para el ámbito laboral y que con su adecuada utilización permitirían aportar a soluciones de problemáticas consideradas de interés mundial, tales como la contaminación ambiental, la tala de árboles y demás acciones que causan grandes efectos negativos en el medio ambiente. En esta era tecnológica los procesos dentro de las oficinas se siguen manejando de forma tradicional, se continúa con la generación y duplicidad de documentos físicos en grandes escalas, generando alto volumen de documentos físicos y archivos con documentación poco organizada y de difícil consulta.

Esta mala administración en el consumo de papel e impresiones, que casi siempre responde a formalidades internas de las empresas, pueden ser disminuidas en un gran volumen con la implementación de políticas institucionales que obliguen a todo su recurso humano a utilizar correo institucional conjuntamente con las firmas digitales. Esta investigación se basa fundamentalmente en exponer el estudio de los conceptos que abarcan las firmas digitales, y como estas podrían ayudar a las empresas en la conservación del medio ambiente a través del ahorro significativo de papel y otros gastos que se generan al momento de crear y enviar un documento, en su almacenamiento y posterior consulta. Este mecanismo de criptografía permite que los receptores de la información tengan certeza de la integridad de la información, además de la autenticidad de la persona que lo emitió, si a esto se le suma la obligatoriedad de un correo institucional, se tendría siempre disponible la información con el valor agregado de ser fácil y rápida de consultar.

Como lo explica el Art. 14 de la Constitución de la República del Ecuador (2008) “se reconoce el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice el buen vivir”, de este precepto parte que todas las Pequeñas y Medianas empresas (PyMES) y los ciudadanos deben preservar el ambiente, esta política de gobierno se refuerza en el Art 3 y 4, Acuerdo 131, Ministerio del Ambiente (2010), donde se habla del sistema informático de cero papeles como el sistema electrónico que tiene por objetivo disminuir el uso del papel y reemplazarlo por documentos digitales, además de obligar a las instituciones a notificar todos los fines de enero el consumo de kilogramos de papel. Orozco (2013) en entrevista a la empresa Alter Bios opinó que esta política de cero papel del gobierno nacional del Ecuador es un nicho de negocios para las empresas desarrolladoras de software.

De esta forma se pretende exponer los aportes que realizan las firmas digitales en la protección del medio ambiente mediante su aplicación en empresas tanto públicas como privadas, las cuales busquen además de disminuir el consumo de papel, reducir la acumulación innecesaria de documentos, gasto en materiales de oficina, y cumplir con las normativas de ley sobre el cuidado del medio ambiente.

Métodos.

La metodología cualitativa utilizada en esta investigación, se fundamentó en la recopilación de información mediante la búsqueda exhaustiva y cuidadosa de documentación actual publicada en repositorios digitales calificados tanto de libros y artículos relacionados al tema, se tuvo como base un aproximado de 50 documentos, de los cuales se tomaron 23 como referencia y fueron aquellos que específicamente describían el funcionamiento, nivel de seguridad y características de las firmas electrónicas. Según Gómez (2011) menciona que las firmas digitales son simplemente un grupo de datos adicionales a la información específica que le permiten al receptor estar seguro del origen e integridad de los datos recibidos. El autor antes citado se tomó como referencia teórica de la investigación. Esta revisión se llevó a cabo con el fin de conocer el estado actual de esta teoría e identificar si existen estudios orientados hacia la protección del medio ambiente mediante el uso de las mismas, y se procedió a obtener conclusiones enfocadas en este ámbito.

Resultados

Según Rincón Cárdenas (2006) una firma digital es un conjunto de caracteres que acompañan a un documento o texto y dos claves, una pública y una privada por medio de las cuales es encriptado el contenido, este procedimiento asegura la autenticidad y la integridad de dicha información o documento, este concepto es compartido con Lacalle García (2014) quien define a la firma digital como una secuencia de datos electrónicos que se adjunta al cuerpo del documento firmado electrónicamente, la cual le permite al receptor tener la seguridad de que el documento no se ha modificado, quiere decir que se encuentra íntegro e identifica al emisor del mismo.

Dado que las empresas actualmente basan sus procesos de negociaciones en las tecnologías de la información y de la comunicación, es necesario se apliquen a sus unidades informáticas con sus respectivas estructuras de red, las políticas y medidas de seguridad que certifiquen la integridad y autoría de la información que se maneja digitalmente, porque esta información es la que genera el desarrollo y sostenibilidad de las actividades de las empresas. Como lo explica Areitio Bertolín (2008), la seguridad de la información no depende solo de la instalación de software costosos, ni de uno o dos elementos, pues es un proceso creciente del número de elementos como los aspectos tecnológicos, de gestión-organizacionales, de recursos humanos, legales, entre otros; que engloban además de lo tecnológico, el aspecto físico, medio ambiental, económico, humano, y algunos otros.

Ahora mismo en el Ecuador las empresas públicas como el Registro Civil, Banco Central del Ecuador (BCE), trabajan con firmas digitales e incluso son las que emiten los certificados de firma electrónica; El BCE (2015) definen a la firma electrónica como “el equivalente electrónico de la firma manuscrita; garantiza la autenticidad, la integridad y evita la falsificación de los documentos”, a la vez asevera que su uso aporta al desarrollo del comercio electrónico y optimiza los procesos empresariales.

Puesto que la importancia de las firmas digitales ha ganado terreno en países como Colombia, Ecuador, Costa Rica, Estados Unidos, España, China, entre otros, se han creado entidades de certificación abierta que regulan y controlan su emisión, estas entidades son las únicas que avalan la autenticidad de las firmas digitales, en el Ecuador según Congreso Nacional (2002), el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) es el único que puede autorizar y regular a las entidades de certificación, en consecuencia las entidades que hasta el momento se encuentran aprobadas son el BCE mediante Resolución 481-20-Conatel-2008 (2008) y el Registro Civil mediante Oficio Nro. SENATEL-DGGST-2014-0456-OF (2014).

Además como lo expone Sisalema Sánchez (2011), la ley de Comercio Electrónico mediante el mecanismo de las firmas digitales permite que los documentos digitales tengan el mismo valor jurídico que los documentos escritos, por lo tanto se encontrarán sometidos a leyes y acuerdos internacionales de la propiedad intelectual, de modo que cualquier violación a la intrusión electrónica, transferencia ilegal, o violación al secreto profesional, será sancionada de acuerdo a lo dispuesto en la ley. Pues se considera como íntegro a un documento digital cuando el contenido del mismo se mantiene completo e inalterable.

Funcionamiento de la Firma Digital

El uso de las firmas digitales como lo expone Rojas (2014), es asegurar el documento digital mediante su código de verificación, este argumento es acogido por Advantage Security, S. de R.L. de C.V. (2011), acotando que la autenticidad de los documentos legales o de uso general es determinada gracias a la firma manuscrita, de modo que la fotocopia de la misma trasformaría al documento como inválido en cualquier proceso legal y para que cualquier documento digital tenga la misma validez que un documento firmado de forma manuscrita debe contar con una firma digital.

El funcionamiento de la firma digital se basa en la criptografía asimétrica Mendoza (2003), por lo tanto no es el fotocopiar una firma manuscrita o digitalizar de cualquier forma su imagen, por consiguiente, consiste en una técnica especial de encriptación que utiliza dos claves una asimétrica de forma pública y claves simétricas de forma privada, las cuales solo las conocen los implicados en el envío y recepción del documento, las claves públicas y privadas son complementarias y se encuentran relacionadas, este mecanismo de criptografía permite que exista confianza en el documento digital, incluso en redes de poca seguridad como la World Wide Web, además de garantizar la autenticidad e integridad.

Como lo explica Tanenbaum (2003), la autoridad central de certificación de firmas digitales, es la encargada de regular y asegurar las claves privadas de cada uno de los usuarios, por lo tanto estos seleccionan sus claves y se dirigen a la entidad certificadora, la cual se encargará de encriptarlas mediante el mecanismo que utilice, cuando un usuario desee enviar un documento lo cifrará con su clave privada, formando un conjunto de datos que contendrá el documento, y la función hash firmada y certificada, el receptor podrá obtener la clave pública del remitente mediante el certificado y descifrar el documento, luego de aquello se calcula el hash que se realizó al enviar el documento con el generado por la clave pública, se comparan y deben ser idénticos, esto

garantiza la Integridad.

Seguridades que brindan las firmas digitales

Las seguridades que brindan las firmas digitales según Torrez Álvarez (2005), son:

Identidad: el documento es identificable y válido como tal en cualquier proceso legal.

Autoría: el autor se encuentra relacionado al documento gracias a la creación del hash por medio de su clave privada.

Autenticación: El receptor tiene la seguridad de que el documento recibido fue enviado por el remitente apropiado.

Integridad: el contenido del documento se mantendrá inalterable, ya que cualquier tipo de cambio invalidará la información firmada digitalmente.

Fecha y hora: cuando se crea el hash del documento a enviar, se graban la hora y fecha de creación.

No repudio: ningún usuario puede negar la autoría de un documento, ya que la firma digital permite comprobar quien creó y envió el mismo.

Por la tanto Stallings (2004) menciona que el documento firmado digitalmente es igual de confiable que uno firmado manualmente, debido a que se puede identificar al autor, el documento, la hora y fecha de creación y envió, y además permite garantizar la integridad, confidencialidad, autenticidad, y no repudio de la información.

Ventajas y Desventajas de las Firmas Digitales

En consecuencia de lo argumentado anteriormente se puede comprender que las ventajas de las firmas digitales son varias, pues según San Martín González (2014), permiten reconocer el emisor del documento, asegurar el no repudio y garantizar la integridad del contenido (que no se ha quitado, ni se ha incluido nada al documento durante el proceso de envío-recepción), siempre y cuando se encuentre una entidad de certificación que regule la emisión y manejo de firmas digitales. Por lo tanto, como lo explica iProfesional (2005), las ventajas se derivan desde el aumento de la seguridad hasta el ahorro en costos, ya que no es necesario la presencia o el traslado físico de las personas; el objetivo final de las firmas digitales es el de sustituir las firmas manuscritas, con la diferencia que las segundas son falsificables y las digitales son casi imposible de falsificar.

No obstante las firmas digitales también cuentan con desventajas como lo argumenta Fernández Domingo (2006), la seguridad de las claves privadas depende de los usuarios, la generación de las claves se debe realizar mediante algún medio seguro y debe contar con la certificación emitida por la entidad reguladora, la recuperación de un documento emitido y almacenado en un disco duro que se malogró por virus o daño físico no tendría validez, por lo que la mayoría de los países no lo contemplan en la ley.

Por lo tanto Remolina Angarita (2010), sostiene que la tecnología de la misma forma que abre puertas también cierra algunas, pues el coste de la adquisición de los certificados de las firmas digitales, los dispositivos Token, los módulos de seguridad de Hardware, el Roaming, entre otros, no permiten que las personas naturales de bajos recursos económicos, las medianas y pequeñas empresas cuenten con este mecanismo de seguridad. En los países como Ecuador, Colombia, Estados Unidos, entre otros, donde se han creado normativas para el funcionamiento del comercio electrónico, también se han creado normativas que obligan a la facturación electrónica y la reducción del consumo del papel con campañas como el Cero Papel en Ecuador o la emisión de un informe anual sobre el consumo de papel que permita analizar y controlar su uso.

Conclusiones

Se puede determinar que las firmas digitales son un mecanismo de seguridad para el envío de la información en documentos digitales, que cuentan con las características adecuadas para garantizar la integridad de los documentos, la autoría y el no repudio de los mismos, convirtiéndose en el mecanismo que permite sustituir a la firma manuscrita, y así aumentar confianza en el documento digital, pues lo convierte en un documento más complicado de falsificar que uno firmado a mano.

El mecanismo de las firmas digitales se convierte en la principal herramienta que pueden utilizar las personas naturales y empresas para disminuir el consumo excesivo de papel, generar un ahorro significativo en los insumos de oficina, reducir la cantidad de espacio físico necesario para almacenar documentos y facilitar su posterior consulta, mejorar la rapidez en el reconocimiento de la autoría, otorgar validez jurídica a los documentos para algún proceso legal y cumplir con políticas gubernamentales sobre la protección del medio ambiente.

Se constató que para poder contar con todos los elementos de garantía de las firmas digitales es necesario realizar un gasto económico que las personas naturales y las pequeñas y medianas empresas en su mayoría no están dispuestas a realizar, por lo tanto continúan con la utilización de documentos físicos, consumiendo excesivas cantidades de papel y llegando a gastar por este concepto más dinero del necesario para la implementación de las firmas digitales.

Las firmas digitales parecieran ser la herramienta idónea para combatir el excesivo uso de papel y a la vez garantizar la seguridad en la creación y envío de documentos, sin embargo, el rechazo de algunas personas hacia la tecnología, sobre todo las de edad más avanzada reduciría el impacto positivo que éstas pueden generar en este sentido y a su vez crearían vulnerabilidades en la seguridad de la información, sobre todo en el manejo de claves.

Referencias

- Advantage Security, S. de R.L. de C.V. (2011, sf sf). Certsuperior.com. Retrieved from Certsuperior.com: <https://www.certsuperior.com/FirmasDigitales.aspx>
- Areitio Bertolín, J. (2008). Seguridad de la información. Redes, informática y sistemas de información: Redes, informática y sistemas de información. In J. Areitio Bertolín,., Redes, informática y sistemas de información: Redes, informática y sistemas de información (p. XV). Madrid: Paraninfo.
- Asamblea Nacional. (2008, Octubre 14). Art. 14 de la Ley de la Republica. Art. 14 de la Ley de la Republica. Montecristi, Manabí, Ecuador: Art. 14 de la Ley de la Republica.
- Banco Central del Ecuador. (2015, Agosto 12). Certificación Electronica Banco Central del Ecuador. Retrieved from Certificación Electronica Banco Central del Ecuador: <https://www.eci.bce.ec/web/guest/noticias1>
- Certificación Electronica Banco Central del Ecuador. (sf, sf sf). Certificación Electronica Banco Central del Ecuador. Retrieved from Certificación Electronica Banco Central del Ecuador: <https://www.eci.bce.ec/quienes-somos>
- Congreso Nacional. (2002, Abril 11). Ley de Comercio Electronico. Art. 37. Quito, Pichincha, Ecuador: Congreso Nacional.
- Consejo Nacional de Telecomunicaciones. (2008, Octubre 8). Resolución 481-20-Conatel-2008. Resolución 481-20-Conatel-2008. Quito, Pichincha, Ecuador: Consejo Nacional de Telecomunicaciones.
- Fernández Domingo, J. (2006). La firma electrónica: Aspectos de la Ley 59/2003, de 19 de diciembre. Madrid: Reus, S.A.
- Gomez Vieites, Á. (2011). Enciclopedia de la seguridad informática. México: Alfaomega.
- iProfesional. (2005, Marzo 03). iProfesional. Retrieved from iProfesional: <http://www.iprofesional.com/notas/15246-La-firma-digital-una-herramienta-para-agilizar-los-trmites>
- Lacalle Garcia, G. (2014). El Certificado Digital y las Firma Electronica o Digital. In G. Lacalle Garcia, Operaciones Administrativa de compraventa (p. 194). Madrid: Editex.
- Mendoza Luna, A. (2003, sf sf). Los Artículos 141 y 141-a Del Código Civil y la Firma digital. Los Artículos 141 y 141-a Del Código Civil y la Firma digital. Lima, Lima, Peru: Tesis de Maestria (PUCP).
- Ministerio del Ambiente. (2010, Agosto 11). Art 3 y 4 del Acuerdo 131. Art 3 y 4 del Acuerdo 131. Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio del Ambiente.

- Orozco, M. (2013). Revista de Lideres. Retrieved from Revista de Lideres: <http://www.revistalideres.ec/lideres/software-ayuda-pymes-bajar-papel.html>
- Remolina Angarita, N. (2010). Documento GECTI nro. 10 ¿PENSAR EN LAS NECESIDADES DEL PAÍS O MANTENER A ULTRANZA UN STATU QUO PARA LA FIRMA DIGITAL DE LAS ENTIDADES DE CERTIFICACIÓN ABIERTA -ECA-? (Spanish). Revista de Derecho Comunicaciones y Nuevas Tecnologías, 2.
- Rincón Cárdenas, E. (2006). Firmas Digitales. In E. Rincón Cárdenas, Manual de derecho de comercio electrónico y de internet (pp. 226-230). Bogotá: Centro Editorial Universidad del Rosario.
- Rojas Mezarina, L. (2014). FIRMA DIGITAL EN EL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. Boletín INS, 1.
- San Martín González, E. (2014). Salvaguarda y seguridad de los datos. IFCT0310. Málaga: IC Editorial.
- Secretaria Nacional de Telecomunicaciones. (2014, Abril 14). Oficio Nro SENATEL-DGGST-2014-0456-OF. Certificado de Registro de Contrato en Calidad de Tercero Vinculado. Quito, Pichincha, Ecuador: Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.
- Sisalema Sánchez, D. N. (2011, Diciembre 14). Slideshare. Retrieved from Slideshare: <http://es.slideshare.net/danielasisalema/ley-comercio-electrnico-en-ecuador>
- Stallings, W. (2004). Fundamentos de seguridad en redes: aplicaciones y estándares. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Tanenbaum, A. (2003). Redes de Computadoras. Mexico: Pearso Prentice Hall.
- Torrez Alvaréz, H. (2005). El sistema de seguridad jurídica en el comercio electrónico. Lima: Fondo Editorial de la Pontifica Universidad Católica del Perú.



15

APLICACIÓN DE LAS TIC PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA EN EL ENTORNO URBANO

TIC APPLICATION IN THE DETERMINATION OF ACOUSTIC POLLUTION IN THE URBAN ENVIRONMENT

Luis Garzón^{1}*

Christian Vásquez¹

Fredy Rosero¹

Juan Carlos García¹

^{1,3} Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador

lagarzon@utn.edu.ec

Resumen

Dentro de los centros urbanos de la ciudad existen diferentes factores directos e indirectos que alteran la cotidianidad y la calidad de vida de las personas, por ejemplo el sistema de transporte y el parque vehicular que circula por el entorno urbano. Los motores de combustión interna a diesel y gasolina, producen afectaciones en el ambiente y como consecuencia la generación de gases, hollín y ruido. La presente investigación propone la utilización de TICS para desarrollar el levantamiento de información de la presión sonora y su representación visual, que permitan la determinación de la contaminación acústica en el entorno urbano de la ciudad para tres turnos de medición, durante los períodos de lunes a viernes y sábado a domingo. La interpretación de la información cartográfica se la efectuó mediante la aplicación metodológica de concentración e interpolación de datos para la creación de mapas mediante el uso de un modelo determinístico IDW y un modelo geo estadístico Kriging, con una resolución de puntos de 400 metros de distancia. Se utilizaron equipos de medición según la descripción de la normativa internacional IEC y procedimientos para la descripción, medición y evaluación de presión sonora ambiental establecidos en UNE-ISO. Los resultados fueron ilustrados en mapas que muestran la variación de los niveles de presión sonora en función de la escala cromática, mostrándose en ciertos puntos con mayor intensidad en color rojo debido a la concentración de presión sonora. En promedio se muestra un nivel de presión sonora continua equivalente Leq_A “alta” en color naranja de 70 dB(A) con máximos medidos hasta de L_{max} 102.75 dB(A) correspondiente a niveles de presión sonora permisibles para sectores industriales según la normativa ambiental vigente. Los resultados expuestos conducen a la propuesta de nueva investigación que permitan indagar y correlacionar al ruido con posibles fuentes de generación en el entorno urbano.

Palabras clave. Metodología, Interpolación, Mapa de contaminación, Hora Pico.

Abstract

Inside the urban perimeters there are diverse internal and external conditions which affect the everyday life, and therefore, the quality of life of the society, and an example of this is the public transport system and the overall vehicle fleet circulating within urban perimeters.

The combustion made in the gasoline and diesel powered internal combustion engines produce harm to the environment, by means of exhaust gases, soot and noise. This research proposes the use of ICTs to develop the gathering of acoustic pressure information and its visual representation, which allowed the determination of the acoustic pollution in the urban environment of the city at three measurement shifts, during weekdays and weekend periods. The interpretation of cartographic information has been performed by means of methodological concentration and data interpolation for maps creation by means of a IDW deterministic model and the Kriging geostatistical model, from a distribution of points with a resolution of 400 meters of distance. Measurement equipment according to IEC international specification were used, and UNE-ISO specified procedures for description, measuring and evaluation of the environmental sound pressure values. The results were illustrated in maps that show the sound pressure varying in function of the chromatic scale, showing the greater sound pressure concentration points in red color. In average an equivalent Leq_A “high” sound pressure level of 70 dB(A) is shown in orange color, with a measured maximum level of L_{max} 102.75 dB(A) which are appropriate according to the allowable sound pressure levels for the industrial sector corresponding to the current environment legislation. The exposed results drive to a new research propose which allow to Investigate and correlate the noise with the possible noise sources.

Keywords: Methodological, Interpolation, Noise Map, Peak Hour.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las urbes existen diferentes factores directos e indirectos que alteran la cotidianidad y la calidad de vida de las personas, generados por las diferentes actividades que se desarrollan en la urbe. El tráfico y la combustión generada por los vehículos, producto de la transformación de energía y calor, forman parte de los factores de alteración del entorno, teniendo como resultado la generación de gases y ruidos contaminantes (Berglund, Lindvall, & Schwela, 2009).

Estudios científicos relacionados al ruido mencionan los efectos causados por su exposición diaria; reconociendo que según la intensidad y concentración, pueden desprenderse alteraciones sobre la salud dependiendo del entorno específico (Berglund, Lindvall, & Schwela, 2009).

Para establecer criterios de selección de TIC aplicadas a la educación ambiental, se deben considerar dos aspectos, el primero comprende los criterios de manera general en el ámbito de la formación, teniendo en cuenta los objetivos y contenidos que se desean alcanzar y transmitir. El segundo seleccionando los medios de fácil utilización y en medida de lo posible puedan relacionarse con otros (Almenara & Cejudo, 2005), los cuales son usados para almacenar, manipular, adquirir y transmitir la información en base a las necesidades de una organización.

El diseño e implementación de una infraestructura de datos especiales (IDE) son una herramienta tecnológica, que por medio de una interfaz atractiva e intuitiva, permite a los usuarios efectuar una visualización de un sistema de consultas dinámico, y generar descargas sobre información geográfica y medioambiental existente en una Geodatabase (GDB) en formatos legibles (xls,cvs, dwg,etc.); permitiendo automatizar los procesos, facilitando así el cumplimiento de las obligaciones legales, así como los compromisos asumidos por un país en materia ambiental (CEPAL, 2013).

La manipulación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante la utilización de aplicaciones web, permiten contrastar de manera visual dentro de un mapa, los datos procesados estadísticamente sobre el ruido, facilitando así la interpretación de la información y de los resultados obtenidos. De esta manera, se logra de forma aplicativa la construcción de mapas temáticos utilizando como base la cartografía de la ciudad, sobre la cual representa la realidad del nivel de presión sonora en las principales vías del centro urbano (SENPLADES, 2014).

La cartografía elaborada se constituye como una herramienta adecuada para las entidades e instituciones de control encargadas de las competencias del Medio Ambiente, posibilitando mediante un análisis espacial geográfico plantear una regulación, planificación y gestión del territorio (Collado Latorre, 2013), adecuado a las necesidades del Plan de Ordenamiento Territorial del cantón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la zona del estudio

Según la información existente en el Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Ibarra, el entorno urbano tiene una superficie de 41.68 km² con una población de 139721 habitantes.

El método consiste a realizar la delimitación de la zona de estudio ubicada en el centro urbano en función de las principales vías con mayor circulación, lo cual comprende una superficie de 18.42 km², con una longitud de 7.28 km de largo y 4.8 km de ancho.

Determinación de la contaminación mediante la aplicación de TICS

La metodología de investigación propuesta se compone de cinco etapas como se observa en la figura 1, y comprende la utilización de equipos y herramientas aplicativos sobre tecnologías de la información y comunicación; así como también equipos y procedimientos recomendados en la normativa internacional IEC 61672-1:2002, IEC 60942:2003 e IEC 61672-1:2002 (Londoño & Fernández, 2011). La definición del alcance descriptivo utiliza un tipo de investigación de campo para el levantamiento de datos.



Figura 1. Las cinco etapas para identifica determinar el efecto de la presión sonora en el mapa urbana

Respecto al manejo y análisis de información geográfica, se procedió a utilizar servicios web de procesamiento de datos espaciales en Google Maps en formato KML, actualizada al 2017 y descargas de archivos de información geográfica y medio ambiental disponible en el Sistema Nacional de Información 1 (SENPLADES, 2012). Los resultados de los niveles de presión sonora fueron representados en cartografía temática geoespacial, y esta a su vez fue actualizada con nueva información mediante el uso de ArcGIS Server 10 (AGS).

Distribución Espacial del sector Urbano

Para la distribución espacial del centro urbano, de acuerdo con la nueva distribución territorial, se ha definido a los circuitos como la unidad más básica para la prestación de servicios. (Secretaría Nacional de Planificación y, 2012). Los circuitos sobre los cuales se trabajó fueron los siguientes: Amazonas, Arcangel, Azaya, Complejo Deportivo, Caranquis, Estadio, La Florida, Guayabillas, Las Lomas, Las Rieles, Los Ceibos y Las Totoras como se observa en la figura 2.

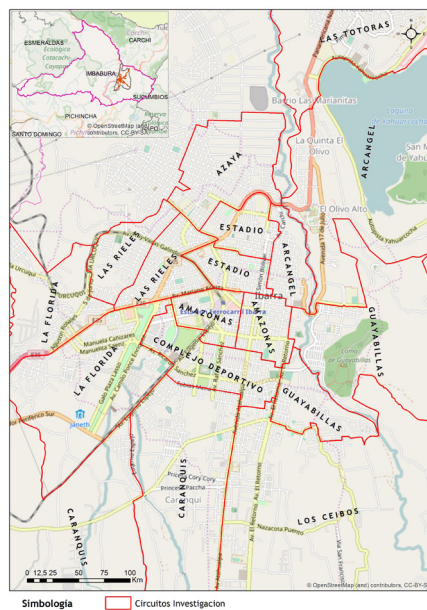


Figura 2. Distribución de circuitos del sector Urbano.

Criterios para Sectorización

La sectorización consiste en la realización de una distribución espacial sobre la cartografía de la ciudad en Google Maps. Se dibujaron secciones cuadradas de 400 x 400 m definiendo puntos de medición muestrales sobre los cruces de las cuadrículas denominados nodos. Se toma en cuenta como parte de la metodología, la experiencia desarrollada con la distribución de variogramas dentro de modelos geo estadísticos (Chiles & Delfiner, 2009). Para el presente caso se ha utilizado una división de cuadrículas modesta, en total 54 puntos de medición muestral, ubicados en los nodos más importantes, definidos en color verde, que confluyen con las esquinas de las principales arterias viales como se observa en la figura 3.

Se utilizaron programas de hojas de cálculo disponibles en versión web para el uso, procesamiento y compartición de datos en la nube. Se realizó un análisis estadístico descriptivo de la información normalizada Leq_A para la verificación del comportamiento de los datos: valores máximos, mínimos, media, mediana y la desviación estándar, de todas las medidas obtenidas en función de cada turno de medición y de los períodos comprendidos durante la semana de lunes a viernes y fines de semana para sábado y domingo.

Interpretación de Información Geográfica

Los mapas cartográficos son obtenidos a partir del procesamiento de la información geoespacial sobre el nivel de presión sonora continua equivalente y fueron elaborados mediante la utilización del programa Arc GIS server. Este paquete informático posee herramientas algoritmos de cálculo para la interpolación de datos que serán utilizados como parte de la metodología propuesta. (Can A. *et al.* 2014).

Análisis de puntos calientes Getis-Ord Gi

El análisis de puntos calientes para la variable de la presión sonora se efectuó sobre la cartografía base construida en Google Maps, en conjunción con la distribución espacial y el criterio de sectorización seleccionado. La herramienta Getis-Ord Gi permite identificar puntos calientes o “hot spot” y “cold spot” mediante un análisis por agrupamiento espacial estadístico, con énfasis en la determinación de los valores más “altos y bajos”. Esta herramienta utiliza a partir de puntos muestrales de presión sonora, valores de significancia estadística con desviación estándar “z” y con probabilidad “p” para indicar dónde se concentran las entidades. Los mapas elaborados muestran la variación de los niveles de presión sonora en función de la escala cromática, mostrándose en ciertos puntos de medición con más intensidad en color rojo debido a la mayor concentración, y disminuyendo hacia tonalidades verdes según la reducción de la presión sonora. (Scott & Janikas, 2010).

Métodos de interpolación

Tomando en cuenta que la presión sonora es una variable temporal, se debe efectuar cálculos de predicción y valoración de la distribución de la presión sonora en zonas donde no se efectuaron mediciones. ArcGIS server dispone de varias herramientas y metodologías de análisis vario gráfico de medidas que fueron utilizadas para la presente investigación: Kriging ordinario e IDW (Weighted Inverse Distance) (Can A. *et al.* 2014).

Mediante el uso de la herramienta de interpolación se obtiene información espacial de tipo raster y muestran el comportamiento de la presión sonora equivalente $Leq(A)$ en función de la variación de colores en una escala cromática, mostrada en cada mapa. En gama roja para los rangos de datos entre 75 a 80 dB(A), y disminuyendo en gama secuencial hacia el color naranja, amarillo y finalmente en verde que comprende rangos entre 55 a 60 dB(A).

Kriging Ordinario es un algoritmo estadístico que utiliza un modelado de cálculo geoestadístico avanzado que genera valores estimados, a partir de otros medidos y distribuidos de forma regular o irregular, de sitios de donde no se cuenta con información (Childs, 2004).

Este método utiliza un valor patrón, seleccionado a partir de las medidas obtenidas, entre más cercanos se encuentren los puntos muestrales mejor serán los resultados de interpolación.

La ecuación general del método es la siguiente:

$$N_0 = \sum_{i=1}^n W_i N_i \quad (2)$$

Donde N_0 representa el valor de la presión sonora para el punto de interpolación para una coordenada (x_0, y_0) , W_i representa el peso correspondiente a cada N_i en (x_1, y_1) . N_i representa los valores de presión sonora de los puntos muestrales de referencia utilizados en el cálculo.

IDW (Weighted Inverse Distance) es un algoritmo que utiliza conceptos estadísticos por modelado determinístico, el cual interpola datos de una superficie ráster a partir de puntos referenciales utilizando una técnica de distancia inversa ponderada. (Mesnard, 2013)

Este método estima los valores de las celdas calculando promedios de los valores de los puntos de datos medidos próximos de cada celda de procesamiento. Cuanto más cerca está un punto del centro de la celda que se está estimando, más influencia o peso tendrá en el proceso de cálculo del promedio. Los puntos muestrales de referencia a utilizar en el cálculo de la interpolación pueden determinarse mediante la utilización de la siguiente fórmula:

$$N_0 = \frac{\sum_{i=1}^n N_i * P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3)$$

Donde n representa el número de puntos muestrales medidos, N_i es el valor de la presión sonora en la posición i, P_i el peso del valor de la presión sonora en la posición i determinado de la siguiente ecuación:

$$P_i = \frac{1}{d_i^k} \quad (4)$$

d es la distancia horizontal entre el punto de interpolación y el punto de referencia y k es el valor:

$$d_i = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2} \quad (5)$$

P_i puede ser calculado a través de la función Gaussiana expresada de la siguiente manera:

$$P_i = \frac{1}{e^{(d_i^2/k^2)}} \quad (6)$$

RESULTADOS

Análisis estadístico de los niveles de presión sonora

En función del análisis estadístico los resultados obtenidos de la investigación muestran en la tabla 1 que la zona urbana de la ciudad de Ibarra durante el período de la semana, un 76.40% de datos de la presión sonora $Leq_{(A)}$ existente durante las horas pico tienen valores por sobre los 70 db(A). Para el fin de semana en función del análisis estadístico, se determinó que la clase donde se concentra el mayor porcentaje de datos esta entre 65 a 70 db(A) con un 33.9%.

Periodo	Cantidad de Datos	Nivel de Presión Sonora (dBA)	Porcentaje de representatividad	Promedio (dBA)	Desviación Estándar (σ)	Cola de Sesgo (Skewness)	Curtosis (Kurt)
Lunes a Viernes	102649	70 – 75	76.4%	71.59	4.15	3.05	9.70
Sábado a Domingo	102062	65 – 70	33.9%	68.35	5.85	1.38	0.59

Tabla 1: Resultados estadísticos por períodos de análisis.

Para el análisis por jornada entre semana y fines de semana, se elaboró el diagrama de caja o boxsplot presentado en la figura 4, que muestra la caracterización comparativa de manera visual de los rangos de datos.

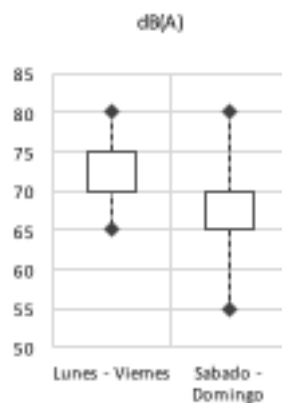
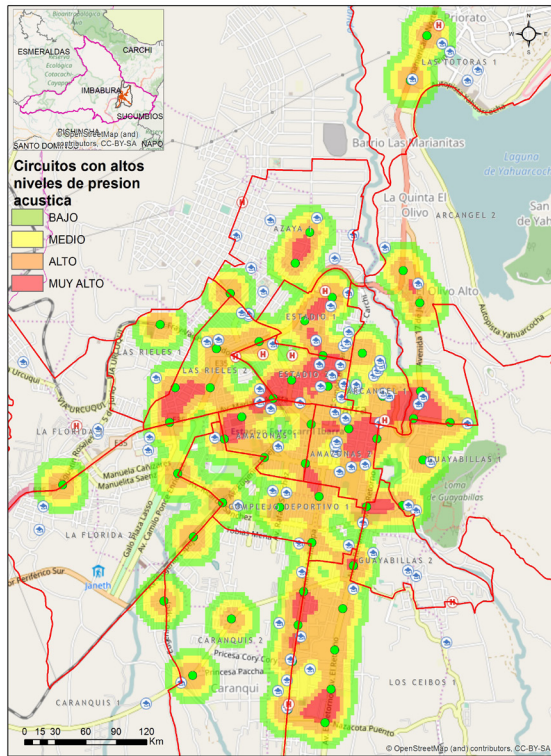


Figura. 4 Boxsplot nivel de presión sonora – Período Lunes-Viernes y Sábado - Domingo

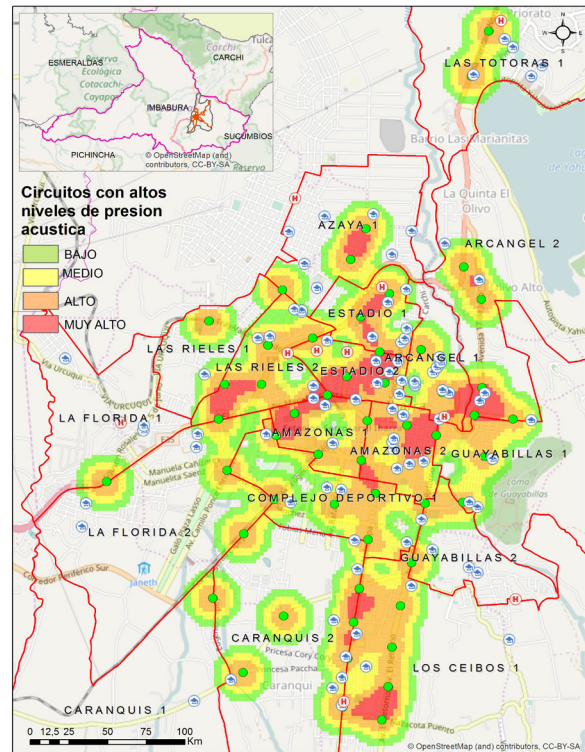
Análisis de puntos calientes Getis-Ord Gi

Los resultados del análisis Getis-Ord Gi (puntos calientes) de la figura 5 y figura 6 permiten determinar visualmente en escala cromática en color rojo y naranja que existe una “muy alta y alta” concentración de valores de presión sonora equivalente dB(A), que han sido localizados en los circuitos “Estadio”, “Las Rieles”, “Mercado Amazonas”, La Florida y “Los Ceibos”.



Simbología
 ● Puntos Medicion
 ○ Circuitos Investigación
 ■ Zona de Investigación
 ■ Unidades de Salud
 ■ Unidades de Educación

Figura 5. Análisis de puntos calientes Lunes a Viernes de la contaminación acústica en las principales arterias viales de la ciudad de Ibarra



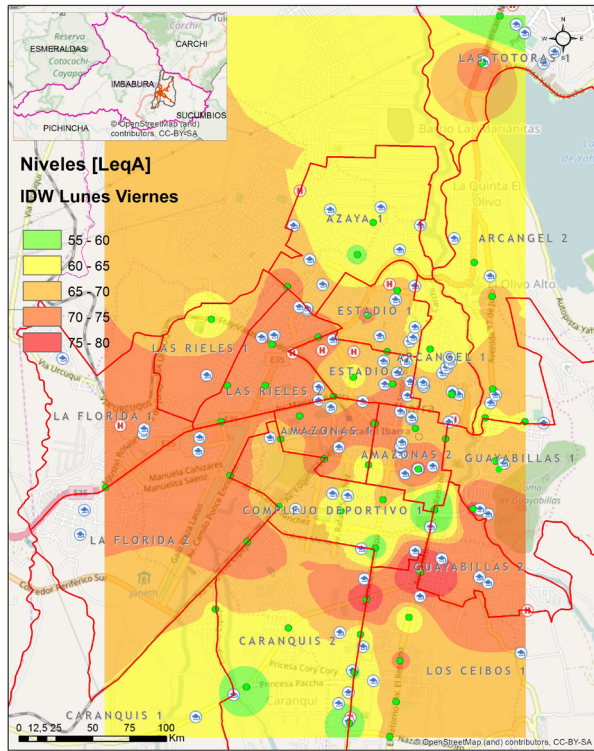
Simbología
 ● Puntos Medicion
 ○ Circuitos Investigación
 ■ Zona de Investigación
 ■ Unidades de Educación
 ■ Unidades de Salud

Figura 6. Análisis de puntos calientes Sábado a Domingo de la contaminación acústica en las principales arterias viales de la ciudad de Ibarra

Métodos de interpolación

Los resultados obtenidos para el período de lunes a viernes de la figura 7, muestran a los circuitos con alta afectación con $Leq(A)$ entre 75 a 85 dB(A) visualizados en gamas rojo son los límites del circuito “Guayabillas”, y parte de “Los Ceibos” y “Caranqui”. Los circuitos afectados con $Leq(A)$ entre 70 a 75 dB(A) son “Florida”, “Las Rieles” y “Amazonas”. Los circuitos que presenta menor nivel de contaminación con rangos entre 60 a 65 dB(A) es “Caranqui”, “Azaya” y “Arcangel”, parte de ellos con rangos entre 55 a 60 dB(A) en gama verde.

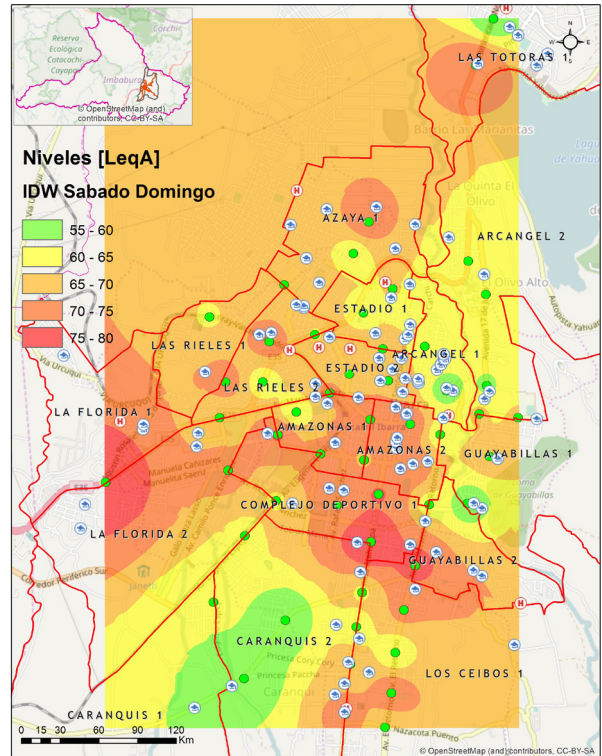
Para el período de sábado a domingo de la figura 8, se muestra que los niveles de presión sonora equivalente $Leq(A)$ se comportan de manera uniforme en rangos que presentan gamas naranjas entre 65 a 70 dB(A). Los circuitos que sobresalen con alta afectación en rangos comprendidos entre 75 a 80 dB(A) son “La Florida”, “Complejo Deportivo” y “Guayabillas”. (“Los Ceibos”, “Estadio” y “Las Rieles”). El circuito de menor afectación con rangos $Leq(A)$ comprendidos entre 55 a 60 dB(A) es “Caranqui”.



Simbología

- Puntos Medicion
- Zona de Investigación
- Unidades de Educación
- Unidades de Salud
- Circuitos Investigación

Figura 7. Interpolación por el método IDW período lunes a viernes



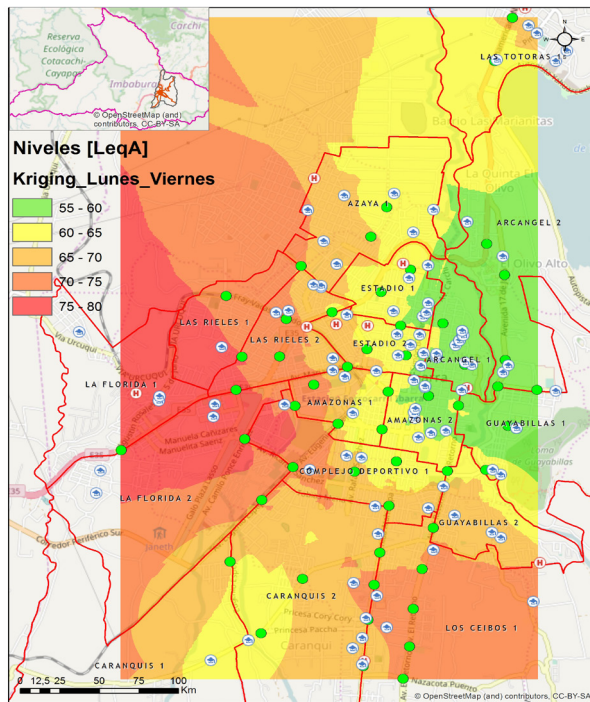
Simbología

- Puntos Medicion
- Zona de Investigación
- Unidades de Educación
- Unidades de Salud
- SubCircuitos Investigación

Figura 8. Interpolación por el método IDW período sábado a domingo

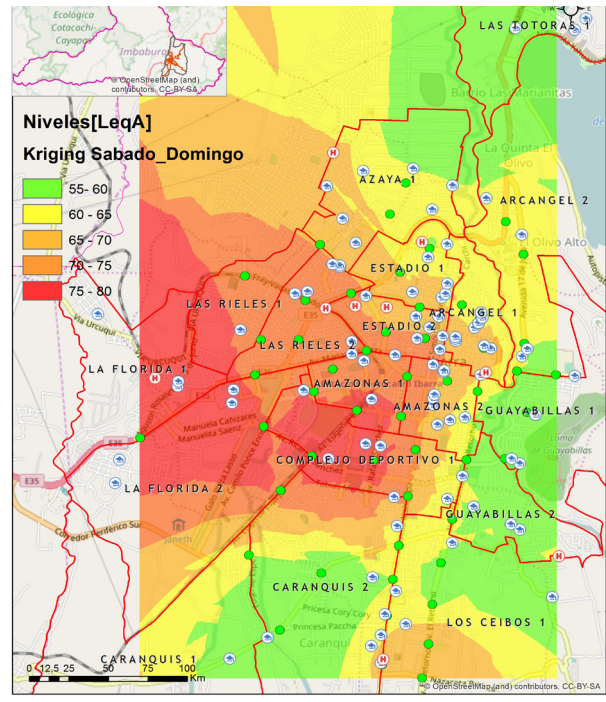
Para los períodos comprendidos de lunes a viernes de la figura 9 se puede apreciar que los circuitos de “Las Rieles”, “Los Ceibos” y “Complejo Deportivo” presentan rangos de presión sonora entre 70 a 85 dB(A) representados en gamas de color amarillo y naranja. De manera general, para este período existen zonas con niveles de presión sonora entre los rangos de 60 a 85 dB(A). Las zonas con menores rangos de presión sonora corresponden para los circuitos de “Azaya”, “Guayabillas”, “Las Totoras” y “Caranquis” con rangos entre 50 a 65 dB(A).

Para los períodos comprendidos de sábados y domingos de la figura 10 se puede apreciar que los circuitos de “Las Rieles”, “La Florida” y “Complejo Deportivo” presentan rangos de presión sonora entre 75 a 90 dB(A) representados en gamas de color amarillo, rojo y fucsia. Los circuitos que presentan menores valores de presión sonora son “Guayabillas” y “Caranquis” con rangos comprendidos entre 45 a 65 dB(A). De manera general, para este período existen zonas con niveles de presión sonora entre los rangos de 60 a 85 dB(A).



Simbología
● Puntos Medicion Unidades de Salud Zona de Investigación
 Unidades de Educación Circuitos Investigación

Figura 9. Interpolación método Kriging período lunes - viernes



Simbología
● Puntos Medicion Circuitos Investigación Unidades de Educación
 Zona de Investigación Unidades de Salud

Figura 10. Interpolación método Kriging período sábado a domingo

DISCUSIÓN

Niveles de presión sonora por período

El período que presenta una mayor presión acústica en la zona urbana de la ciudad de Ibarra es el comprendido de lunes a viernes. Durante los turnos medidos y correspondientes a horas pico, existe un agrupamiento del 76.4% de tiempo con valores de presión sonora comprendidos en el rango de clase entre 70 a 75 dB(A). La tendencia registrada muestra que durante la mañana existe la menor presión sonora $Leq_{(A)} 7-9 \text{ am}$ con 71.13 dB(A), aumentando ligeramente al medio día $Leq_{(A)} 12-2 \text{ pm}$ y siendo la máxima por la noche $Leq_{(A)} 5-7 \text{ pm}$ con 72.05 dB(A).

El análisis presentado en la tabla 2, se compararon los resultados más representativos de los resultados obtenidos mediante la estadística descriptiva y la interpretación de información cartográfica obtenida mediante ArcGIS. Se han identificado para el período de la semana los circuitos con mayor conflictividad de presión sonora “La Florida”, “Las Rieles”, “El Estadio” y “Los Ceibos”. Estos circuitos están afectados directamente por encontrarse en el tramo vial de la panamericana E35 o en arterias viales principales como la Avenida El Retorno donde se presenta una gran circulación de vehículos.

Circuitos	Estadística (Clase más representativa) dB(A)	Porcentaje (%)	Getis-Ord Gi (Alta concentración de puntos)	IDW (Rangos de variación) dB(A)	Kriging (Rangos de variación) dB(A)
Los Ceibos	70 a 75	67.5	Muy Alta	75 a 80	70 a 75
Las Rieles	70 a 75	86.2	Alta	70 a 75	70 a 75
La Florida	70 a 75	65.5	Alta	70 a 75	75 a 80
Amazonas	70 a 75	62.9	Alta a Muy Alta	70 a 75	60 a 75
Estadio	70 a 75	71.8	Alta a Muy Alta	65 a 70	60 a 65
Complejo Deportivo	70 a 75	78.1	Media a Alta	60 a 65	65 a 75

Tabla 2: Comparación de resultados de las metodologías de cálculo. Lunes a viernes

Con respecto al período del fin de semana se registra que la presión sonora disminuye, mostrándose un 61.5% del total de tiempo con valores agrupados en los rangos de clase entre 65 a 70 dB(A) y 70 a 75 dB(A). En este período la menor presión sonora se presenta en el horario de la mañana $Leq_{(A)}_{7-9\text{ am}}$ con 67.94 dB(A), disminuyendo ligeramente al medio día $Leq_{(A)}_{12-2\text{ pm}}$ con 67.45 dB(A) y registrando la máxima en horario de la noche $Leq_{(A)}_{5-7\text{ pm}}$ con 69.03 dB(A).

El análisis mostrado en la tabla 3 los circuitos con mayor conflicto de presión sonora son “La Florida”, “Las Rieles” y “Los Ceibos”.

Circuitos	Estadística (Clase más representativa) dB(A)	Porcentaje (%)	Getis-Ord Gi (Alta concentración de puntos)	IDW (Rangos de variación) dB(A)	Kriging (Rangos de variación) dB(A)
Los Ceibos	65 a 70	41.6	Alta a Muy Alta	65 a 80	65 a 70
Amazonas	65 a 70	39.4	Media a Muy Alta	60 a 75	65 a 80
Las Rieles	65 a 70	33.1	Alta a Muy Alta	65 a 75	70 a 75
La Florida	65 a 70	32.5	Alta	75 a 80	70 a 80
Complejo Deportivo	65 a 70	33.4	Media a Alta	65 a 80	70 a 95
Estadio	65 a 70	34	Muy Alta	60 a 70	65 a 75
Las Totoras	65 a 70	29.8	Alta	70 a 75	55 a 60
Azaya	60 a 65	29.3	Muy Alta	65 a 75	60 a 65
Caranquis	65 a 70	37	Medio	55 a 65	55 a 60

Tabla 3 Niveles máximos de presión sonora permisibles según uso del suelo. Sábado a domingo

CONCLUSIONES

El área del centro urbano de la ciudad de Ibarra seleccionado para la investigación se muestra durante los tres turnos de horas pico como una zona ruidosa Leq mayor a 70 db(A), que sobrepasa los niveles de presión sonora permisible establecidos en la normativa nacional, y que corresponden a niveles sonoros de zonas industriales para los horarios comprendidos entre 06h00 a 20h00.


En función del análisis por períodos de lunes a viernes, se determina que existe un 76.4% del tiempo correspondiente a los turnos de hora pico, existe un alto rango de presión acústica entre 70 a 75 dB(A) en color rojo, presentándose con mayor intensidad en horarios de la noche $Leq_{(A)}_{5-7\text{ pm}}$ con 72.05 dB(A). Por el contrario, durante el período de sábado a domingo los valores de presión acústica se reduce a rangos entre 65 a 70 dB(A) en color naranja y 70 a 75 dB(A) en color rojo, registrados el 61.5% del total del tiempo comprendido en horas pico.

Mediante el contraste de información de los resultados estadísticos en Open Office y geoespaciales en Google Maps y Arc Gis server, se identificaron los circuitos con mayores niveles de contaminación acústica “La Florida”, “Las Rieles” y “Los Ceibos”. El uso de este tipo de TIC permiten al usuario interactuar en una interfaz web atractiva e intuitiva para efectuar una visualización de sistemas de consultas dinámicos, y generar información estadística y geográfica; permitiendo automatizar los procesos en beneficio de las necesidades de la investigación.

Los resultados expuestos conducen a la realización de una nueva investigación para indagar y correlacionar a los niveles de contaminación acústica determinados en función de las posibles fuentes de generación en el entorno urbano, como el factor de rodadura producido entre los neumáticos y la calzada, sistemas de propulsión de vehículos, sistemas de alto parlante publicitarios y hábitos de uso de la bocina.

REFERENCIAS

- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (2009). Guidelines for community noise. Geneva: World Health Organization; 1999. In.
- Can, A., Dekoninck, L., & Botteldooren, D. (2014). Measurement network for urban noise assessment: Comparison of mobile measurements and spatial interpolation approaches. *Applied Acoustics*, 83, 32-39.
- Childs, C. (2004). Interpolating surfaces in ArcGIS spatial analyst. *ArcUser*, July-September, 3235. (150 – 152 pp).
- Chiles, J.-P., & Delfiner, P. (2009). *Geostatistics: modeling spatial uncertainty* (Vol. 497): John Wiley & Sons.
- Collado Latorre, J. C. (2013). *ArcGIS 10: prácticas paso a paso*. Valencia, ES: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Harman, B. I., Koseoglu, H., & Yigit, C. O. (2016). Performance evaluation of IDW, Kriging and multiquadric interpolation methods in producing noise mapping: A case study at the city of Isparta, Turkey. *Applied Acoustics*, 112, 147-157. doi:10.1016/j.apacoust.2016.05.024
- Li, B., Tao, S., & Dawson, R. W. (2002). Evaluation and analysis of traffic noise from the main urban roads in Beijing. *Applied Acoustics*, 63(10), 1137-1142. doi:10.1016/S0003-682X(02)00024-5
- Londoño, C. A. E., & Fernández, A. E. G. (2011). Protocolo para medir la emisión de ruido generado por fuentes fijas. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 10(18), 51-60.
- Matejicek, L. (2011). *Spatio-temporal analysis of environmental pollution in urban areas: A case study of the environment in the city of Prague*.
- Mesnard, L. De. (2013). Computers & Geosciences Pollution models and inverse distance weighting : Some critical remarks. *Computers and Geosciences*, 52, 459–469. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2012.11.002>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2003). *Libro VI de la Calidad Ambiental. Anexo 5. Registro Oficial Edición Especial 2. Reglamento de la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Texto Unificado de la Legislación ambiental*. Quito. 420 pp.
- Quartieri, J., Mastorakis, N. E., Iannone, G., Guarnaccia, C., D'ambrosio, S., Troisi, A., & Lenza, T. L. L. (2009). *A review of traffic noise predictive models*.
- Scott, L. M., & Janikas, M. V. (2010). Spatial statistics in ArcGIS. In *Handbook of applied spatial analysis* (pp. 27-41): Springer.
- Secretaría Nacional de Planificación y, D. (2012). Proceso de desconcentración del Ejecutivo en los niveles administrativos de planificación. In: SENPLADES Quito.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2014). Sistema Nacional de Información. Portal de Información Geográfica. Recuperado el 19 de junio 2017 de <http://sni.gob.ec/proyecciones-y-estudios-demograficos>. In. SENPLADES Quito.
- Yepes, D. L., Gómez, M., Sánchez, L., & Jaramillo, A. C. (2009). Acoustic map making methodology as a tool for urban noise handling - Medellín case. *DYNA (Colombia)*, 76(158), 29-40.
- Zeiler, M. (1999). *Modeling our world: the ESRI guide to geodatabase design*: ESRI, Inc.



INDUSTRIA Y PROCESOS



| 16

CONCEPCIÓN DE UN SISTEMA CAD/CAPP PARA LA GENERACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS

CONCEPTION OF A CAD / CAPP SYSTEM FOR THE GENERATION OF TECHNOLOGIES FOR MANUFACTURING MECHANICAL ELEMENTS

Alexis Cordovés¹

Jonathan Pazos²

Leandro Lorente²

Haymeé Rodríguez³

¹Universidad Tecnológica Equinoccial., Santo Domingo de los Tsáchilas - Ecuador.

²Universidad Técnica del Norte., Ibarra - Ecuador.

³Almacenes Universales, Holguín - Cuba.

alexis.cordoves@ute.edu.ec

Resumen

La presente investigación persigue como objetivo la concepción de un sistema computarizado aplicado a la ingeniería de fabricación que integra las disciplinas de Diseño Asistido por Computadoras (CAD), Manufactura Asistida por Computadoras (CAM) y la Ingeniería de Software. Está enfocado a dar solución a la tarea de generación del procedimiento de fabricación para elementos mecánicos basado en Tecnologías de Grupo (TG), dada la dificultad que representa sistematizar las mejores prácticas de manufactura y aprovechar la experiencia de vanguardia en el campo tecnológico, para efectuar la preparación tecnológica para la fabricación de nuevas piezas, en lo que la Tecnología de Grupo ha mostrado resultados satisfactorios.

El sistema ha sido desarrollado con interface en OpenDCL Estudio para el ambiente gráfico de AutoCAD, haciendo uso de las potencialidades del lenguaje de programación AutoLISP. Se sustenta en una elevada interacción entre la base de datos del diseño de elementos mecánicos, la tecnología de fabricación de la pieza compuesta del grupo al que pertenece el elemento a fabricar, y la información tecnológica del equipamiento instalado en la empresa de manufactura. La tecnología de fabricación para una nueva pieza se obtiene al adecuar la tecnología de la pieza compuesta del grupo al que pertenece, permitiéndose establecer especificaciones que aseguren la obtención de tecnologías racionales desde el punto de vista técnico-económico para el ambiente específico de manufactura.

Para la validación del sistema se creó una base de datos en Excel con información del diseño de elementos roscados tipo tornillos, prisioneros y tuercas según las normas ISO, y se utilizó información tecnológica sobre herramientas de corte y modelos de máquinas herramienta de uso frecuente en el taller de manufactura, generándose así la tecnología de fabricación para dichos elementos, lo que demostró las potencialidades del sistema para extender su aplicación a otros tipos de elementos mecánicos.

Palabras claves: Ingeniería de Software, Sistemas CAD, Sistemas CAPP, Tecnología de Grupo, Lenguaje AutoLISP

Abstract

The present research aims at the conception of a computerized system applied to manufacturing engineering that integrates the disciplines of Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Manufacturing (CAM) and Software Engineering. It is focus on solving the task of generating the manufacturing process for mechanical elements based on Group Technologies (TG), given the difficulty of systematizing the best manufacturing practices and taking advantage of state-of-the-art experience in the technology field, the technological preparation for new parts manufacture, in which the Technology Group has shown good results.

The system has been developpe with interface in OpenDCL Studio for the graphical environment of AutoCAD, using the AutoLISP programming language potentialities. It is based on a high interaction between the database of the design of mechanical elements, the manufacturing technology of the composite part of the group in which the element to be manufactured belongs, and the technological information of the equipment installed in the manufacturing company. The manufacturing technology for a new part is obtained by adapting the technology of the composite part of the group it belongs, allowing to establish specifications that ensure the obtaining of rational technologies from the technical-economic point of view for the specific manufacturing environment.

For the validation of the system, an Excel database was created with threaded information of the elements designed, such as screws, stud bolts and nuts according to ISO standards, and technological information that was used on cutting tools and machine tool models commonly used in the manufacturing workshop, thus generating the manufacturing technology for these elements, which demonstrated the system potential to extend its application to other types of mechanical elements.

Keywords: Software Engineering, CAD Systems, CAPP Systems, AutoLISP Language

Introducción

El estudio de las vías de perfeccionamiento de los procesos de manufactura de productos mecánicos ha estado en el centro del interés de diversas investigaciones tecnológicas durante los últimos cien años. El término *manufactura* es definido como el proceso de transformación al que se integra la materia prima mediante máquinas-herramienta para la obtención de productos útiles que satisfagan las necesidades de la humanidad. (Sánchez, 2012)

En este campo, los principales aportes han estado dirigidos a una mejor organización de la producción, la estandarización de productos, departamentalización por productos y no por procesos, minimización de recorridos de las piezas en el taller (De la fuente, D., Pino, R. y Parreño, J., 1995). Así como, la integración de operaciones en máquinas herramienta, en los que la Tecnología de Grupo ha jugado un papel relevante (Benhabib, 2003); (Pakorn, & Tabucanon, 1981).

Las ideas iniciales sobre la TG la expuso S. Mitrofanov en el año de 1958, en su libro "*Scientific Principles of Group Technology*". A continuación surgieron los sistemas de clasificación y codificación, lo que significó un gran aporte para su desarrollo, mejorando aún más el desempeño de esta filosofía en los procesos productivos de manufactura, uno de los principales aportes en los sistemas de clasificación y codificación le corresponde al alemán Hermann Opitz con gran acogida en la industria debido a su sencillez y confiabilidad. A partir de la aceptación de este novedoso sistema, en Europa, Japón y Estados Unidos las instituciones científicas iniciaron el estudio para la creación de nuevos sistemas de clasificación. (Harrington, 1973), (Tatikonda, M., & Wemmerlöv, U., 1992), (Suresh, N., & Kay, J. M., 2012), (Kuba K., 2012). La TG constituye el fundamento de los Sistemas de Diseño, Planificación de Procesos, y Manufactura Asistidos por Computadoras (CAD/CAPP/CAM) de la actualidad (Bayoumi, S., & Younan, M., 2014) (Sánchez, 2012).

A los efectos de la presente investigación resultan de interés los sistemas de Planificación de Procesos Asistidos por Computadoras (CAPP). La asociación de ingenieros mecánicos americanos (ASME) define los sistemas CAPP como: "*la determinación sistemática de los métodos y de los medios mediante los cuales un producto se fabricará de forma económica y competitiva*"

El principal problema que presentan los sistemas CAPP es su difícil implementación en las condiciones de la pequeña y mediana industria, para satisfacer de manera racional, los requerimientos de producción. Por otra parte, los altos precios de los *softwares* especializados para operar los sistemas de manufactura dificultan su adquisición y extensión a las empresas manufactureras con escasos recursos, las que están sujetas a presiones y carencias de mayor prioridad. (Acosta & Ávila, 2008)

Método

A partir de la revisión efectuada a la literatura especializada en la temática objeto de estudio, la que se presenta de manera sucinta en la sección anterior, y teniendo en cuenta los avances alcanzados en la organización de los procesos de manufactura, se ha trabajado inicialmente en definir un procedimiento para la aplicación de la TG en la preparación tecnológica de la fabricación de elementos mecánicos, cuyas etapas se enuncian a continuación.

Etapas del procedimiento:

1. Caracterización de las piezas a fabricar
2. Caracterización del equipamiento y utillaje tecnológico a utilizar
3. Selección, adecuación o diseño del sistema de clasificación y codificación para la formación de las familias
4. Creación de los modelos de tecnologías de fabricación para las familias
5. Generación de la tecnología de fabricación de la pieza compuesta representativa de la familia
6. Generar las tecnologías de fabricación de las piezas específicas

Estas etapas han sido contempladas dentro de la concepción de una aplicación informática para la preparación tecnológica de la fabricación de elementos mecánicos según Tecnología de Grupo. La aplicación funciona dentro del ambiente de trabajo de la plataforma gráfica de AutoCAD en su versión 2015 con la finalidad de

utilizar todo el soporte gráfico de AutoCAD para la integración CAD/CAPP.

Concepción de una aplicación informática para la preparación tecnológica de la fabricación de elementos mecánicos mediante TG.

Un sistema generador de tecnologías de fabricación basado en la TG de tipo variante, deberá ser capaz de elaborar el procedimiento tecnológico para la fabricación de todos los miembros del grupo o familia a partir de la tecnología genérica concebida para la pieza compuesta. Ello será posible a través de la adición o sustracción, según el caso, de pasos tecnológicos en la pieza compuesta para obtener el proceso completo de elaboración de un miembro de la familia.

En este sentido, se establecen los requerimientos funcionales siguientes:

- 1 Facilidad para la gestión de las familias de piezas y de cada uno de sus miembros componentes con la posibilidad de visualizar su geometría y sus dimensiones.
- 2 Utilizar la información sobre el equipamiento tecnológico instalado en el taller donde se vaya a aplicar las tecnologías generadas mediante el software. Con acceso a la información sobre la gama de velocidades y avances que entrega cada máquina herramienta.
- 3 Acceso a las dimensiones normalizadas de cada elemento mecánico contenido en la base de datos.
- 4 Posibilidad de otorgar al usuario la libertad de elaborar elementos con algunas dimensiones personalizadas para aplicaciones específicas.
- 5 La gestión del código de las piezas para la búsqueda automática de miembros de la familia en la base de datos.
- 6 La generación automática de tecnologías de fabricación a partir del diseño del elemento mecánico y de la tecnología existente en la base de datos para la pieza compuesta de la familia.
- 7 La consulta de la información contenida en la tecnología de fabricación
- 8 Salida de la tecnología de fabricación generada hacia un editor de texto para su visualización e impresión según la necesidad.
- 9 Capacidad para actualizar la base de datos de la información tecnológica de los equipos existentes en el taller donde se vaya a aplicar el software.
- 10 Permitir la asimilación de modelos de tecnologías personalizados.

Para un desempeño adecuado del programa se prefiere su instalación en una máquina con procesador i3 o superior con 8 Gb de memoria Ram y frecuencia del micro de 2.20 GHz o superior.

El programa ha sido desarrollado en lenguaje AutoLISP que constituye el lenguaje interno de AutoCAD para aplicaciones. La interface fue creada con la herramienta libre OpenDCL que funciona en un ambiente integrado con AutoCAD.

Diagrama de flujo de información en la aplicación informática

En la Figura 1, se muestra el diagrama de flujo de información en el que se sustenta la aplicación informática, su estructura contiene el procedimiento creado para la aplicación de la TG en empresas con tecnología convencional.

Según dicho diagrama, cuando llega una nueva orden de producción al taller, puede ocurrir que la pieza haya sido procesada con anterioridad y que pertenezca a una familia ya existente, en este caso solo habrá que recuperar su dibujo de la base de datos y generar la tecnología de fabricación a partir de la tecnología de la pieza compuesta.

Si el tipo de elemento es procesado por primera vez, se realizará su descripción, el sistema tratará de incluirlo en una familia existente, de ser posible, se procederá a almacenar su plano en la base de datos y a generar la tecnología de fabricación a partir de la pieza compuesta.

Puede ocurrir que la nueva pieza no sea pertinente a ninguna de las familias existentes y que sea necesario elaborar completamente su tecnología por primera vez, en este caso sería considerada como una pieza compuesta factible para dar inicio a una nueva familia, a la que se le podrán incorporar nuevos tipos de elementos y si es preciso se actualizará la información de la pieza compuesta.

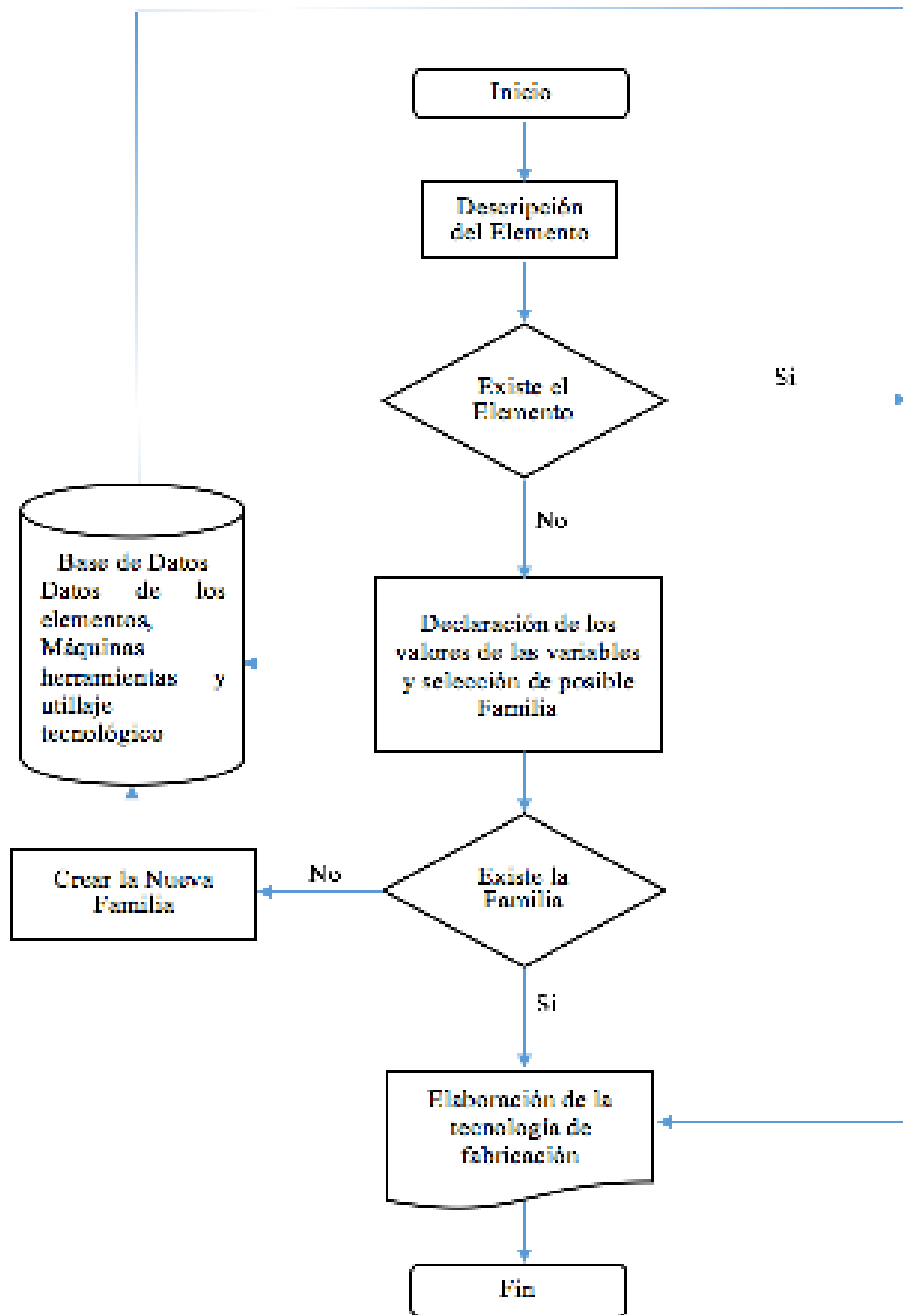


Figura 1: Diagrama de flujo de información en el que se sustenta la aplicación informática

Generación de tecnologías de fabricación a partir de TG. Caso de estudio de una familia de elementos roscados

En la Figura 2, se muestra un diálogo con todas las familias de piezas que han sido creadas a partir de las semejanzas de diseño y tecnológicas de los elementos roscados contenidos en la aplicación. La selección de un miembro de una familia puede efectuarse directamente desde el diálogo al recorrer los miembros de la familia a la que pertenece el elemento.

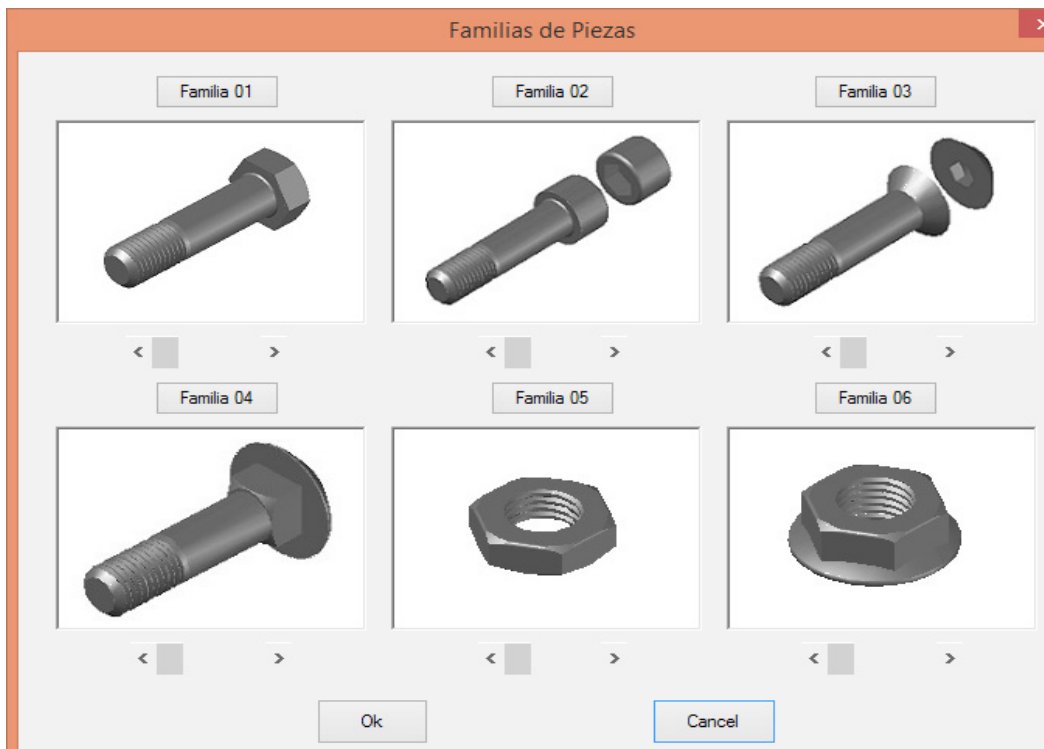


Figura 2: Imagen del diálogo con las familias de elementos roscados contenidas en la aplicación informática

Al escoger dentro de la familia 01, a la que pertenecen los tornillos de cabeza hexagonal, el elemento específico de tornillo con rosca parcial, se muestra en vista ampliada del diseño del elemento (Ver figura 3). Luego de seleccionar la métrica del tornillo se asignan los valores a las variables con las dimensiones tomadas directamente de la base de datos, estando activa la opción de asignación de dimensiones normalizadas, en este caso se ha escogido un tornillo M12x1.75x35.

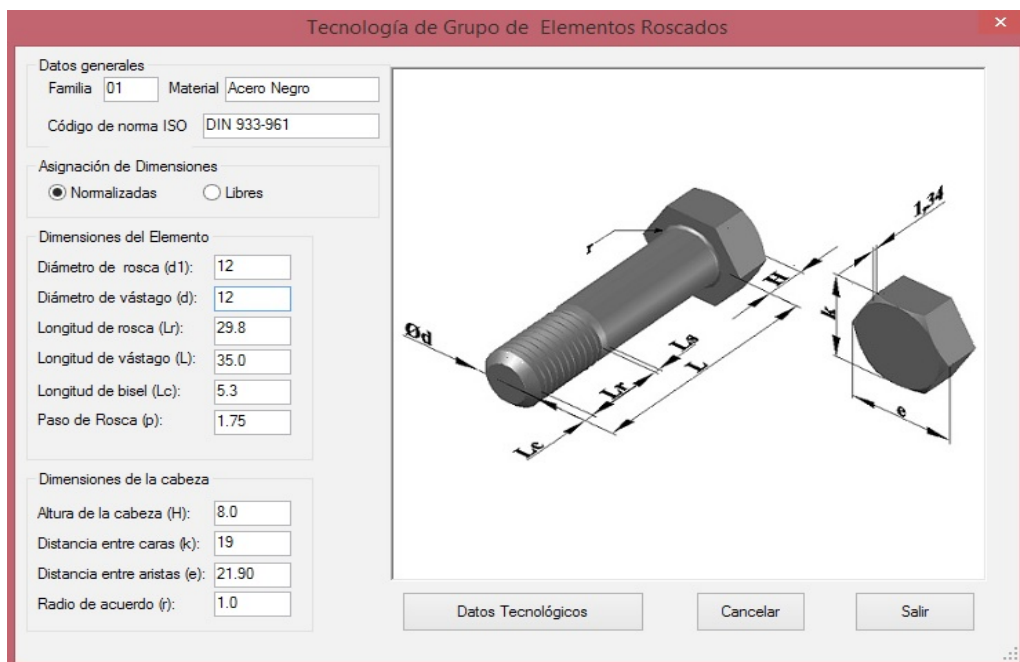


Figura 3: Imagen del diálogo con el dibujo geométrico ampliado de un elemento roscado y los valores asignados a las variables.


Si se desea realizar la fabricación de un tornillo con dimensiones personalizadas por ejemplo; asignar una longitud total del tornillo mayor a la recomendada para el diámetro del tornillo, o una altura de cabeza mayor, tendrá la posibilidad de hacerlo al escoger la opción de asignación libre de valores a las variables dimensionales. Una vez aceptadas las dimensiones para el elemento a fabricar se procede a generar la tecnología de fabricación. Al seleccionar la opción “Datos Tecnológicos” se inicia el diálogo mostrado en la Figura 4.

Figura 4: Imagen del diálogo para la selección del material de la herramienta y los datos del equipamiento tecnológico a utilizar

Se selecciona el material de la herramienta y se indica el modelo de la máquina herramienta a utilizar en cada operación tecnológica. El equipamiento puede ser seleccionado directamente si existe en la base de datos, con los valores de número de revoluciones y avance que entrega el equipo. Si el usuario dispone de otro equipamiento, introducirá el modelo y valores específicos de los regímenes de corte.

Mediante el sistema de codificación se captura de la base de datos la tecnología de la pieza compuesta de la familia a la que pertenece el tornillo objeto de estudio, y le son realizados automáticamente los cambios correspondientes según la geometría y dimensiones específicas. La tecnología que resulta de este proceso, con la consecutividad de los pasos tecnológicos y los regímenes de corte correspondientes a cada paso son enviados a Excel para su revisión e impresión definitiva (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Tecnología de fabricación de un tornillo M12x1.75x35 generada a partir de la TG con la aplicación informática desarrollada

CARTA DE OPERACIÓN TECNOLÓGICA	Código de la pieza:	Denominación Pieza:				
	01CHC12175035BANPA	Tornillo rosca completa				
	Denominación Operación:	Equipo Tecnológico				
	Torneado	DMTGC DL 6236/Fab China				
Datos de la pieza en bruto:						
Barra hexagonal de 1500 mm largo						
Tamaño de la serie:		Cant. de Operarios	Calif. de Operarios	Consumo de		
10 piezas						
Utilaje Tecnológico:			Tornero			
Herramientas de Ac. de Corte Rápido		1	A	10,23 Kg		
Observaciones:						
No.	Descripción de los pasos tecnológicos	Regímenes de corte				
		i	n rpm	s mm/rev	Vc m/min	Tp min
A	Colocar la pieza en bruto en el plato					
1	refrentar hasta limpiar superficie	1	450	0.6	26.8	0,1
2	cilindrado de desbaste del vástago hasta $\varnothing=13$ mm garantizando una longitud L=35 mm	2	450	0.4	26.8	0,4
3	cilindrado de acabado del vástago hasta $\varnothing=12$ mm garantizando una longitud L=35 mm y radio r= 1 mm	1	720	0.2	29,4	0,3
4	elaborar bisel de $1 \times 45^\circ$	1	320	0.5	12,1	0
5	cilindrado de superficie para rosca hasta $\varnothing=11.8$ mm garantizando una longitud Lr=29.8 + salida Ls=5.2 mm	1	450	0.2	17	0,4
6	elaborar rosca M12x1.75 en una longitud de L=29.8 mm	2	230	1.75	8,7	0,1
7	tronzado de la pieza garantizando bisel de 1.34 mm y la altura de cabeza H= 8 mm	1	450	0.1	26,8	0,3
8	pavonado del tornillo					

Resultados

Las tecnologías generadas con la aplicación informática desarrollada contienen la información requerida para realizar el proceso de maquinado de elementos mecánicos y posibilita la preparación tecnológica de estos elementos a partir de la Tecnología de Grupo por el método de variante.

Los resultados obtenidos durante el uso de la aplicación informática para el caso de estudio de 6 familias de piezas de elementos roscados con un total de 35 miembros, demuestran su flexibilidad para asimilar casos específicos a partir de la concepción general planteada. El número de familias y el número de miembros de cada familia puede ser incrementado conforme a las necesidades específicas y a la disponibilidad de las capacidades tecnológicas instaladas en la empresa.

La posibilidad de introducir, directamente por el usuario, los datos tecnológicos del equipamiento no existente en la base de datos del sistema informático, amplía considerablemente la extensión de su aplicación en el sector empresarial.

Conclusiones

Como conclusiones de la presente investigación se destacan las siguientes:

1. La aplicación de las TG a la preparación tecnológica para la fabricación de elementos mecánicos contribuye a reducir los costos y el tiempo dedicado a esta laboriosa tarea, ya que la generación de una nueva tecnología para un elemento específico se realiza a partir del procedimiento seguido para la fabricación de la pieza compuesta, que es la representativa de la familia a la que pertenece el nuevo elemento a fabricar.
2. Se concibió una aplicación informática que funciona dentro de la plataforma gráfica de AutoCAD desarrollada mediante el lenguaje de programación AutoLISP dada las ventajas que reporta su funcionamiento en un ambiente de trabajo integrado CAD/CAPP, con salida de información tecnológica a Excel como formato estándar de documento. La interface de usuario fue desarrollada mediante la herramienta libre OPENDCL.
3. La implementación práctica de la aplicación desarrollada se realizó a partir del caso de estudio de familias de piezas roscadas, y se obtuvo la tecnología de fabricación de un tornillo de cabeza hexagonal como un caso representativo de este grupo de piezas.
4. La utilización de la aplicación informática desarrollada puede estimular el interés por la modernización del equipamiento existente en los talleres y empresas, y contribuir a la creación de las condiciones que permitan asimilar nuevas producciones de piezas.

Referencias

- Acosta, G., & Ávila, R. (2008). Sistema CAPP para la generación de tecnologías de maquinado. *Revista trimestral, Ciencias Holguín*.
- Bayoumi, S., & Younan, M. (2014). *Current advances in mechanical design & production III*. England: Elsevier.
- Benhabib, B. (2003). *Manufacturing: Design, Production, Automation, and Integration*. EE.UU.: Marcel Dekker.
- De la fuente, D., Pino, R. y Parreño, J. (1995). Formulación de celdas trabajo-máquina en tecnología de grupos mediante redes neuronales artificiales [<http://www.aedemvirtual.com/articulos/iedee/v01/012051.pdf>]. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 1(2), 51-68.
- Entorno de desarrollo. (2010). *Universidad de Cantabria*. Recuperado el 20 de Junio de 2016, de <http://ocw.unican.es/enseñanzas-tecnicas/diseño-asistido-por-ordenador/material-de-clase-2/1.1.pdf>
- Harrington, J. (1973). *Computer integrated manufacturing*. New York: Industrial Press
- Pakorn, A., & Tabucanon, M. (1981). *Decision models for industrial systems engineers and managers: based on the invited papers pres. as state-of-the art lectures during the International Conference on Industrial Systems Engineering and Management*. England: Pergamon Press.
- Sánchez, G. (2012). *Uso de la tecnología en el aula*. México: Palibrio.
- Suresh, N., & Kay, J. M. (2012). *Group technology and cellular manufacturing: A state-of-the-art synthesis of research and practice*. New York: Springer Science + Business Media.
- Kuba, K. (2012). Development of new Classification Methods for Capp Systems. *16th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology" TMT 2012*, (págs. 10-12). Dubai.
- Tatikonda, M., & Wemmerlöv, U. (1992). Adoption and implementation of group technology classification and coding systems: insights from seven case studies. *International Journal of Production Research*, Volumen 30, 2087-2110.



**IMPACTO DE LA USABILIDAD DE LOS DRONES EN LA
AGREGACIÓN DEL VALOR EN LA PRODUCCIÓN**

**IMPACT OF USABILITY DRONES IN THE AGGREGATION OF
VALUE IN PRODUCTION**

Sandra Narváez¹

Ana Umaquina¹

Diego Peluffó¹

Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador

sknarvaez@utn.edu.ec

Resumen

La economía ecuatoriana se ha basado fundamentalmente en la explotación de materias primas e importación de bienes y servicios, este ecosistema poco alentador de desarrollo como resultado en ciertos periodos de tiempo y de acuerdo a la variabilidad del mercado internacional ha provocado hasta el día de hoy vaivenes, a consecuencia de las variaciones de los precios de estos recursos frente a precios de productos de mayor valor agregado y alta tecnología. Uno de los objetivos principales del Cambio de la Matriz Productiva es evolucionar este patrón de especialización primario exportador a un patrón de producción diversificado resaltando especialmente las capacidades y conocimientos del talento humano interviniente en estos procesos.

Para enmarcar el desarrollo económico y social de la población alrededor de este cambio, la incorporación de la tecnología se ha convertido en uno de los principales ejes para mejorar y conseguir los objetivos propuestos, siendo de esta forma una herramienta vital para mejorar la producción. De las muchas posibilidades tecnológicas existentes, en esta investigación se resalta, analiza y evalúa la incorporación de los Sistemas o Vehículos Aéreos no tripulados conocidos comúnmente como DRONES al sector agrícola con especial énfasis en las ventajas, desventajas, riesgos, niveles de aceptación, componentes de hardware y software, estadísticas relacionadas a los ahorros de costos de producción y cómo la Regulación vigente por parte de la Dirección General de Aviación Civil en el Ecuador contribuye al desarrollo y usabilidad de estos sistemas.

Finalmente las conclusiones exponen las grandes posibilidades de crecimiento y transformación de la agricultura a métodos efectivos de precisión en donde la ayuda de los vehículos aéreos no tripulados (DRONES) y automatización pueden facilitar gran cantidad de información tales como informes, imágenes, videos, mapas y otros en donde la intervención humana llega a ser mínima.

Palabras clave: Producción, tecnología, agricultura, Drones, desarrollo.

Abstract

The Ecuadorian economy has been based mainly on the exploitation of raw materials and imports of goods and services, this ecosystem not encouraging development as a result in certain periods of time and according to the variability of the international market has caused to this day swings, as a result of changes in the prices of these resources compared to prices of products with higher added value and high technology. One of the main objectives of the Change of the Productive Matrix is to evolve this pattern of primary exporting specialization to a pattern of diversified production highlighting especially the capacities and knowledge of human talent involved in these processes.

In order to frame the economic and social development of the population around this change, the incorporation of technology has become one of the main axes to improve and achieve the proposed objectives, being in this way a vital tool to improve production. Of the many technological possibilities that exist, this research highlights, analyzes and evaluates the incorporation of unmanned Aerial Systems or Vehicles commonly known as DRONES to the agricultural sector with special emphasis on the advantages, disadvantages, risks, acceptance levels, components of hardware and software, statistics related to production cost savings and how the current Regulation by the Civil Aviation Directorate in Ecuador contributes to the development and usability of these systems.

Finally, the conclusions point to the great possibilities of growth and transformation of agriculture to effective methods of precision where the aid of DRONES and automation can provide a large amount of information such as reports, images, videos, maps and others where human intervention becomes minimal.

Keywords: Production, Technology, Agriculture, Drones, Development.

Introducción

Los Drones o Sistemas aéreos no tripulados (del inglés Unmanned Aircraft Systmes, denominado *UAV*) han existido desde hace décadas incluso previo a las demostraciones de vuelo por los hermanos Wright (Villasenor, 2014) y hasta hace poco tiempo en general se los relacionaba como artefactos de guerra o uso militar y de allí el origen de la palabra dron.

Con estos antecedentes prácticamente se podría decir que estos sistemas han sido parte de la historia de la aviación, con la diferencia de que en esta última década su desarrollo ha sido potencial gracias a la incorporación de los avances tecnológicos para aplicarlos en otras áreas no necesariamente militares. Las áreas tecnológicas incorporadas corresponden a: los avances de los circuitos integrados (miniaturización), procesamiento de imágenes con alta resolución, comunicación inalámbrica, sensores, métodos de control, entre otros. Y los sectores beneficiados a nivel mundial por la incorporación de los Drones a las actividades diarias tanto de producción como empresariales son múltiples, entre ellas se tiene (Gharibi & Boutaba, 2016):

- Búsqueda y rescate
- Control de Salud de Cultivos y Plantaciones
- Seguimiento de vida silvestre
- Topografía, Ingeniería Civil y Arquitectura
- Control de tráfico vehicular
- Arqueología y Cartografía
- Ocupación de Territorios
- Teledetección, Termografía y Geomática
- Entrega de paquetes (consumo, comida rápida, medicina, etc)
- Cinematografía

En lo que respecta a la situación del entorno ecuatoriano en referencia a la adopción de los sistemas UAV para actividades sobretodo productivas se podría decir que es aún mínima, pese a la aplicación de las nuevas estrategias o políticas del Cambio de la Matriz Productiva cuyo eje fundamental es la incorporación de la tecnología para mejorar la explotación de los recursos naturales (Senpladaes, 2012), por ende esta investigación de carácter descriptivo se centra en explorar, analizar y evaluar el abanico de posibilidades que se tiene al realizar una agricultura de precisión con la utilización de los Drones con el objeto de cambiar la visión del sector agrícola a través del conocimiento de las ventajas y usos que se les puede dar a este tipo de sistemas para aprovechar al máximo los recursos.

Materiales y Métodos

Para posibilitar el uso y crecimiento potencial de los sistemas UAV o Drones dentro de la producción ecuatoriana es preciso resaltar los principales involucrados y componentes útiles para el desarrollo de una agricultura de precisión:

Sistemas UAV

Un sistema UAV o Dron está compuesto de dos segmentos básicamente (Greenwood, 2016):

- Segmento de Vuelo: Formado por el vehículo aéreo y el sistema de aterrizaje.
- Segmento de Tierra: Formado por la Estación de Control y recibe la información enviada por los drones y a su vez les dan órdenes.

Cabe resaltar que el segmento de vuelo incorpora también toda la tecnología necesaria acorde a los requerimientos para la adquisición de la información según el área de aplicación como por ejemplo: cámaras convencionales, térmicas y multiespectrales, sensores, módulos reducidos de GPS, potentes procesadores, comunicación inalámbrica, software, baterías entre otros que facilitan su operación durante determinado tiempo.

Involucrados

Uno de los principales desafíos a los que se enfrentan la mayoría de los agricultores para la adopción de los sistemas UAV es el aprendizaje y manejo de los mismos, que a pesar de ser relativamente simples se ven en la necesidad de ser capacitados y contar con soporte técnico, además de estar al tanto de la situación reglamentaria, la cual según exige que los operadores cuenten con una licencia (Greenwood, 2016).

Para evitar estas preocupaciones en el sector agrícola ecuatoriano, se están dando varios casos de emprendimientos los cuales no solo ofrecen como producto la obtención de toda clase de información de los cultivos a través del servicio de alquiler de estos sistemas que incluyen el operador sino inclusive la fabricación de los mismos (Líderes, 2016).

Aplicaciones concretas del uso de los drones en la agricultura

En general el uso de drones provee un panorama situacional de los cultivos, a través de la monitorización con sensores y cámaras para determinar y contrarrestar a tiempo los cambios que pueden modificar la salud de las plantaciones, a continuación las aplicaciones más importantes de su usabilidad (Paspuel, 2014):

- *Control de plagas, descubrimiento de fugas de irrigación y mapeo automático de malezas:* con una detección temprana se evitaría grandes pérdidas económicas.
- *Índice de Vegetación:* los Drones con la ayuda de cámaras multiespectrales y sensores permiten determinar el grado de aprovechamiento del agua y otros minerales, conociendo de esta forma si los cultivos están o no en estado de estrés.
- *Fumigación de precisión:* reduciendo el uso indiscriminado de los químicos, beneficiando tanto a los agricultores económicamente y a los consumidores con productos más sanos y de calidad.
- *Ubicación de áreas con despoblación de plantas y áreas con enfermedades:* Con las imágenes obtenidas de las cámaras multiespectrales se puede identificar las áreas que cambian de color debido a enfermedades o situaciones negativas para el cultivo

En la Figura 1 se presentan imágenes adquiridas que evidencian problemas en el suelo, déficit o exceso de riego, o una deficiente fertilización. La imagen de color rojo indica que los cultivos están altamente estresados, la imagen de color amarillo muestra que los cultivos sufren de estrés y la imagen de color verde prácticamente que la vegetación se encuentra totalmente sana (Siddiqui, 2016).



Figura 1. Monitoreo de cultivos con drones y cámaras multiespectrales

Fuente: (Siddiqui, 2016)

Conclusiones a la Reglamentación De la Dirección General de Aviación Civil

Según las ideas concretadas por el Club de Drones Yachay se tienen as siguientes observaciones con respecto a la normativa vigente:

La tecnología de los UAV o drones tiene una amplia aplicación, sin embargo, es necesaria una actualización de la norma conforme a los requerimientos de estas aplicaciones, tales como la altura de vuelo de los dispositivos; y donde además se incluyan aspectos como la privacidad y usos éticos.

La aplicación de los drones en el ámbito científico, tiene gran potencial para recabar diversos tipos de información, pero es necesario que los profesionales investigadores tengan la capacitación suficiente tanto para hacer el uso óptimo del equipo en la investigación, como también sobre normas de seguridad a respetarse.

El otorgamiento de licencias para la operación de las UAV, requiere capacitación tanto para las aplicaciones profesionales como en usos recreativos, mediante un sistema categorizado según las necesidades del usuario.

La licencia otorgada debería tener un tiempo de vigencia, y definida la categoría del dispositivo por su peso y otras características. Así como también se crearía un sistema de registro y matrícula de dispositivos.

Debería considerarse la creación de permisos de operación para uso en lugares y tiempos específicos.

Debería establecerse los mecanismos institucionales que permitan la regulación y control de uso de los UAV

Conclusiones

Los drones básicamente constituyen una revolución a nivel mundial para su uso civil, en diferentes áreas de la producción lo que conllevará a que si se regula su uso adecuadamente y de forma favorable permitiría dar valores diferenciales a los productos y servicios acrecentando el mercado nacional e internacional.

Una de las aplicaciones con más potencial en el entorno ecuatoriano es la agricultura de precisión y la monitorización de los campos para determinar a tiempo enfermedades, malezas y estrés de las plantaciones proporcionando como resultado ahorros económicos en la producción inclusive al utilizar en cantidades adecuados los componentes químicos necesarios puede ofrecer a los consumidores productos más sanos y de calidad.

Referencias

- Dirección General de Aviación Civil. (2015). *Resolución Nro 251/2015* . Recuperado de: <http://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/09/Resol.-251-2015-Normas-Operacion-Drones.pdf>
- Gharibi, M., Boutaba, R. (2016). *Internet of Drones*. Recuperado de: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7423671/>
- Greenwood, F. (2016). *Drones en el Horizonte: La Nueva Frontera de la Innovación Agrícola*. Recuperado de: http://ictupdate.cta.int/wp-content/uploads/sites/5/2016/11/ICT_82_SPA_LR.pdf
- Lideres (2016). *Desde el aire, los drones ayudan a mejorar la agricultura local*. Recuperado de: <http://www.revistalideres.ec/lideres/universidades-drones-agricultura-agroscan.html>.
- Lideres (2016). En el Ecuador también se producen Drones. Recuperado de: <http://www.revistalideres.ec/lideres/ecuador-producen-drones-inversion-economia.html>.
- Villasenor, J. (2014). Drones and the future of Domestic Aviation. Recuperado de: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6740896>.
- Senplades. (2012). *Transformación de la Matriz Productiva*. Recuperado de: http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/01/matriz_productiva_WEBtodo.pdf
- Paspuel, W. (2014). La tecnología de los Drones también llegó al agro. Recuperado de: <http://www.elcomercio.com/actualidad/tecnologia-drones-plantaciones-agricultura-ecuador.html>
- Siddiqui, S. (2016). Pioneros de los Drones en Sri Lanka. Recuperado de: http://ictupdate.cta.int/wp-content/uploads/sites/5/2016/11/ICT_82_SPA_LR.pdf



MOVILIDAD DEL PERSONAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE: MODO DE TRANSPORTE Y EMISIONES DE CO2

MOBILITY OF COMMUTERS IN UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE: TRANSPORTATION MODE AND CO2 EMISSIONS

Zamir Mera¹

Fredy Rosero¹

Ricardo Romero²

Ramiro Rosero¹

¹ Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

² Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, Sangolquí - Ecuador

RESUMEN

En Ecuador, el transporte es el mayor consumidor de energía, proveniente principalmente de combustibles fósiles. El balance energético del país muestra que el sector transporte utilizó el 42% de la energía total consumida en el año 2014. En ciudades pequeñas de menos de 200000 habitantes tal como Ibarra, las Universidades resultan ser puntos importantes de atracción de viajes. Cuando este aspecto no es tomado en cuenta en la planificación y gestión del transporte, se pueden generar externalidades negativas para su población. El propósito de este artículo es mostrar cómo está relacionado el modo de transporte con las emisiones de CO₂ generadas por el viaje al trabajo del personal de la Universidad Técnica del Norte (UTN). A través de una encuesta se halló los patrones de movilidad del personal. Luego, se estimó las emisiones de CO₂ relativas a esta actividad en base a los kilómetros-vehículo recorridos (KVR), los factores de consumo de combustible y la combustión estequiométrica de la mezcla aire-combustible. Finalmente, se efectuó un análisis exploratorio de los datos obtenidos. El estudio revela que la mitad del personal se moviliza en vehículos privados de un solo ocupante (SOV), que a la vez genera el 82% de las emisiones de CO₂. El 38% del personal se traslada en bus y solo una cantidad pequeña de estos usan un vehículo compartido, motocicleta y modos activos de transporte como la bicicleta o la caminata. La mayoría de desplazamientos se realizan dentro del rango de 10km.

Palabras Claves: Emisiones de CO₂, modo de transporte, viaje al trabajo, kilómetros-vehículo recorridos.

ABSTRACT

Transport in Ecuador is the largest consumer of energy, which mainly uses fossil fuels. The country's energy balance shows that the transportation sector used 42% of the total energy consumed in 2014. Universities are major attraction points for trips in small cities as Ibarra, with less of 200000 inhabitants. Unless this issue is considered, negative externalities for population could be produced. The aim of this paper is to illustrate how are related the trip mode with the CO₂ emissions from commuter's trips to the Universidad Técnica del Norte (UTN) University. Mobility patterns were found by using a survey. Also, it was estimated that CO₂ emissions related to this activity using the Vehicle-Kilometer Travelled (VKT), consumption factors and stoichiometric combustion of the air-fuel mixture. Finally, an exploratory analysis was conducted with the obtained data. The research demonstrates that half of personnel commutes in Single Occupant Vehicle (SOV), which emit the 80% of the CO₂ emissions. The 38% of workers travel on buses and only a small number of them use a pool vehicle, motorcycle, and active modes such as cycling or walking. As a result, most trips are made within the range of 10km.

Keywords: CO₂ emissions, mode choice, commuters, vehicle-kilometer travelled

INTRODUCCIÓN

El transporte en Ecuador es el mayor consumidor de energía. El balance energético del país realizado por el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos muestra que el transporte utilizó el 42% de la energía total consumida para el año 2014. Además, tuvo un aumento anual del 6.9% entre el 2013-2014 (Ministerio de Sectores Estratégicos, 2015). La energía utilizada en transporte proviene principalmente de combustibles fósiles, y esto implica la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Es ampliamente conocido que estos gases emitidos en los motores de combustión interna son uno de los actores principales del calentamiento global. Un elemento determinante en el comportamiento de sector transporte en el país es el subsidio que da el gobierno a los combustibles. Por ello, se ve necesario un control del consumo de combustible en el transporte a través de políticas adecuadas.

La Universidad Técnica del Norte (UTN) se encuentra en la ciudad de Ibarra, Ecuador, cuya población al año 2011 fue de 131856 habitantes, un cubre área aproximada de 26,5 km², y tiene una cobertura vial urbana de 429 km lineales (Municipalidad de Ibarra, 2012). La UTN dispone principalmente de tres campus ubicados en la ciudad: El Olivo, Azaya y Hospital Antiguo. Sin embargo, su campus principal El Olivo contiene a la mayoría de facultades y a todo el sistema administrativo. El campus principal, está ubicada en la periferia Este de la ciudad en la parroquia el Sagrario, y se halla separada del centro de la ciudad por el río Tahuando, ver la Figura 1.

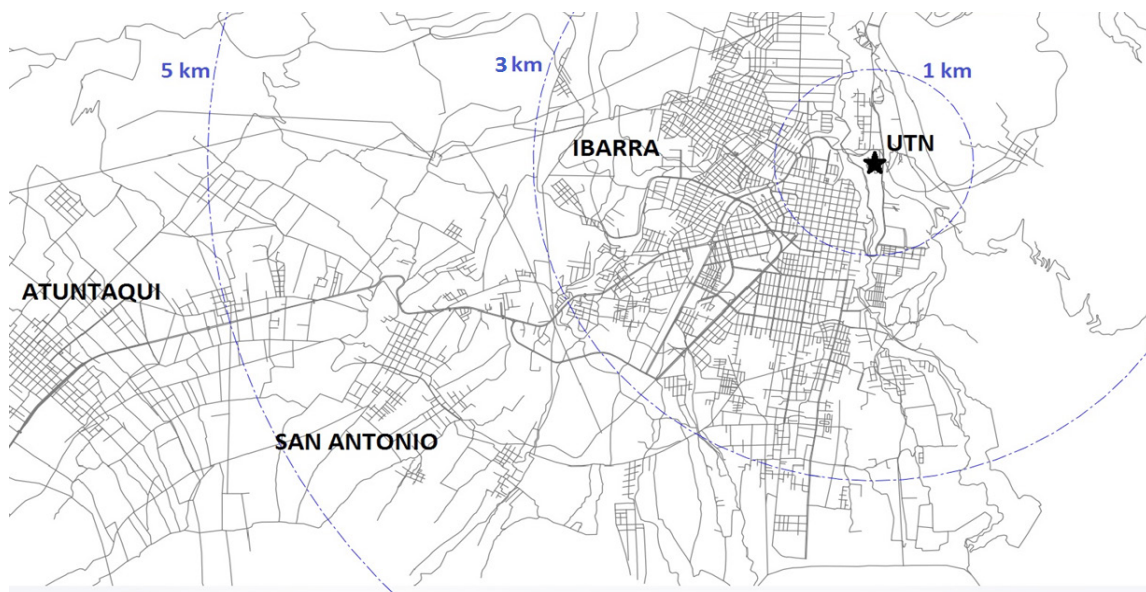


Figura 1. Zonas de viaje y ubicación del campus principal de la Universidad Técnica del Norte en la ciudad de Ibarra

La comunidad universitaria de la UTN está conformada por alrededor de diez mil individuos entre empleados, profesores y estudiantes. Esto representa un porcentaje significativo de la población que se moviliza hacia el Campus El Olivo principalmente. El transporte desempeña un papel importante en el establecimiento no sólo de un campus más sostenible, sino también contribuye a la sostenibilidad general de la ciudad o ciudadela universitaria. Esto es especialmente cierto en ciudades pequeñas, donde el campus sirve como el principal atractor de viajes tanto para los empleados como para los estudiantes (Delmelle & Delmelle, 2012)

A nivel mundial, las universidades han reevaluado sus diseños urbanos y sus patrones de viaje para hacer frente a las crecientes presiones nacionales y globales que exigen la conservación y la eficiencia energética. Otra motivación para que las universidades cambien es la campaña comercial de la generación de estudiantes universitarios “urbanos” y “pro-ambientales” (Duque, Gray, Harrison, & Davey, 2014)

Sin embargo, el viaje activo que corresponde al viaje en bicicleta o a pie es el único que es verdaderamente sostenible. (Whalen, Páez, & Carrasco, 2013). Y en un pequeña y compacta ciudad como Ibarra donde la

universidad es el principal empleador, y donde los destinos como: hogar, servicios, tiendas, lugar de trabajo; pueden alcanzarse a una distancia relativamente corta, las alternativas al automóvil son una solución muy plausible (Balsas, 2003). Por otra parte, existen los programas de reducción de viaje hacia el trabajo, CTR (del inglés *commute trip reduction*) que proveen a las personas que se desplazan a sus trabajos, de recursos e incentivos para reducir sus viajes en automóvil (GTZ, 2012).

No obstante, no se ha hecho un estudio acerca de la movilidad de la comunidad universitaria en la UTN y se requiere de esta información para el planteamiento de nuevas hipótesis a ser analizadas respecto al tema del transporte en la universidad, a fin de proponer alternativas al modo y eficiencia del transporte del personal de la Universidad.

El análisis exploratorio de datos utiliza estadística descriptiva para identificar características particulares de los datos. Se puede conducir a importantes puntos de vista para el desarrollo de hipótesis de trabajo (Whalen et al., 2013). Así por ejemplo (Shannon et al., 2006) reporta las características de su muestra usando dos dimensiones: estatus en la universidad (personal/estudiante) y tres zonas basadas en la distancia al campus. También es posible usar técnicas estadísticas más complejas, como análisis multivariado para estudiar la selección del modo.

Para el cálculo de emisiones de CO₂ existen algunas metodologías. Sin embargo, la selección del método adecuado depende de la información estadística disponible. Entre las técnicas de estimación del tráfico de transporte, el método de Vehículo-kilómetro Recorrido (KVR) ha sido ampliamente aceptado para estimar el consumo de energía y las emisiones de CO₂ (Sierra, 2016) with large dependence of fossil fuels, and contribution for global greenhouse gas emissions. Although, Latin America is not a high-energy consumer, its share in global consumption is expected to grow, especially in the transportation sector. This make essential for developing countries the adoption of better policies to identify the vehicle groups with largest fuel demands. The present study describes the VKT technique to disaggregate road transport energy consumption by vehicle type, applied to the road transportation system of Ecuador. It also describes the procedures performed to estimate the variables required to run the model, and some of the practical applications that be used to create public policies. Results show as the biggest fuel consumers the heavy-duty freight cargo, followed by light duty vehicles. The estimation of greenhouse gas emissions evidence that road transport released 14.3 million tons of CO₂ in 2012. When fuel consumption is compared by it costs, it can be confirmed that Ecuadorean Government covered, through subsidies, for 68% of the annual fuel costs of national road transport, demonstrating the importance of restructuring these expenditures in order to achieve an efficient road transport system.”, “author” : [{ “dropping-particle” : “”, “family” : “Sierra”, “given” : “Jaime Cevallos”, “non-dropping-particle” : “”, “parse-names” : false, “suffix” : “” }], “container-title” : “Energy Policy”, “id” : “ITEM-1”, “issued” : { “date-parts” : [[“2016”]] }, “page” : “359-368”, “publisher” : “Elsevier”, “title” : “Estimating road transport fuel consumption in Ecuador”, “type” : “article-journal”, “volume” : “92” }, “uris” : [“http://www.mendeley.com/documents/?uuid=9a84d371-14e9-4a76-b67a-2268491651d8”]]], “mendeley” : { “formattedCitation” : “(Sierra, 2016. A pesar de que los resultados de este método no son muy precisos, es ampliamente utilizado por la falta de información respecto de las variables de los sistemas de transporte en países en vías de desarrollo. Los métodos de estimación de KVR se dividen en dos grandes categorías: los métodos de medición del tráfico y los métodos de medición sin tráfico (Bureau of Infrastructure, 2011). Dentro de los métodos de estimación sin tráfico o indirectos, existe la alternativa de hallar el KVR por el uso de encuestas o a través del registro de ventas de combustible.

MÉTODO

Encuesta

La población objetivo corresponde a 773 individuos, entre administrativos y docentes de la UTN, registrados durante el primer semestre del 2016, según datos proporcionados por el Centro de Desarrollo Tecnológico e Informático de la Universidad. De acuerdo a estudios de similares características (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, 2010), se establecen porcentajes de error máximo aceptable de 5%. Por lo tanto, la muestra resultante es de 257 individuos.

La encuesta se publicó vía online en la plataforma educativa de la Universidad, a la que tiene acceso a todo el

personal. Estuvo disponible durante los meses de mayo y junio en el periodo normal de actividades del semestre y se obtuvieron 204 resultados válidos. En la encuesta se preguntó el género, el modo de transporte, el número de viajes hacia la Universidad en la semana y el rango de distancia desde el hogar hacia la UTN, clasificados por zonas. Adicionalmente, para el caso del uso del automóvil, se preguntó la ocupación del vehículo y el combustible usado.

Consumo de combustible

Se estimó el consumo de combustible a partir de la distancia promedio del rango de movilidad consultada al personal, resultando en los KVR diarios de cada trabajador. Para el consumo de combustible se utilizó la ecuación: $CC = \sum (VKT.V.CC_{ij}.FO_i)$

donde CC es el total de combustible consumido por un modo de transporte durante una semana, VKT es el Vehículo-kilómetro Recorrido diario hacia la UTN, es el número de viajes hacia la Universidad que realiza el trabajador a la semana, CC_{ij} es el consumo de combustible para cada tipo de vehículo i , según el tipo de combustible j , determinado para el Ecuador (Sierra, 2016), y el factor de ocupación FO_i es:

$$FO_i = \frac{1}{NO_i} \quad (2)$$

donde es el factor de ocupación para cada tipo de vehículo. Para quienes realizan el viaje en vehículos de un solo ocupante (SOV del inglés *Single Occupant Vehicle*) es 1, para buses se utilizó la capacidad promedio de pasajeros sentados que es 40, y para el resto de modos fue preguntado en la encuesta.

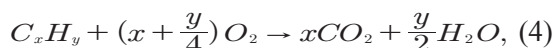
Emisiones de CO2

La estimación de la cantidad de CO2 se halla a partir de la combustión estequiométrica de la mezcla aire combustible. El método propuesto por el IPCC (Maurice et al., 2006) para estimación de emisiones de fuentes móviles con el enfoque Tier 1, utiliza la ecuación:

$$mCO_2 = \sum (CC_j.FE_j), \quad (3)$$

donde corresponde al tipo de combustible, CC_j es el consumo de combustible y FE_j es el factor de emisión. Para pasar el combustible consumido de volumen a masa, se utilizó las densidad para la gasolina de 740.7 kg/m³, y del diésel 843.9 kg/m³ (OECD, 2004).

Ya que no se conoce la cantidad de carbón específica del combustible para el Ecuador, según recomienda (Maurice et al., 2006), se utilizó para la gasolina el octano (C₈H₁₈), y para el diésel el dodecano (C₁₂H₂₄), la gasolina está formada por mezclas de hidrocarburos de seis, siete y ocho átomos de carbono, mientras que el diésel, que es más denso, es una mezcla de hidrocarburos de once, doce y trece carbonos. Por estas razones, es razonable aplicar dichas suposiciones (Naciph, Rivadeneira, & Cazorla, 2013). La ecuación estequiométrica para un hidrocarburo simple que se oxida completamente es:



y el factor de emisión, dado en masa de CO2 producida por unidad de masa de combustible se da por:

$$FE = \frac{xCO_2}{C_xH_y}$$

Los factores de emisión calculados resultan 3,09 kg CO2/kg gasolina, y 3,14 kg CO2/kg diésel. Para realizar una inferencia de la cantidad de emisiones producidas por los viajes de todos los trabajadores de la UTN, a partir de las emisiones calculadas para la muestra, se emplea un factor de extrapolación determinado por la proporción entre la población y la muestra que da como resultado 773/257.

RESULTADOS

Los datos tabulados en la encuesta se resumen en la Tabla 1. Una descripción de estos resultados, muestra que la mayoría de viajes, el 38.7% se los realiza en la zona 1, es decir dentro del rango de los 5 km, que según la Figura 1, corresponde a viajes originados en la ciudad de Ibarra y sus alrededores. Las zonas 1, 2 y 3, suman aproximadamente el 75% de viajes. La distancia de 15 km correspondiente a estos rangos alcanza a cantones y parroquias aledañas a la ciudad.

Tabla 1

Perfil demográfico y modo de transporte hacia la UTN

Característica	n	Muestra [%]
Género		
Femenino	68	33,3
Masculino	136	66,7
Distancia viajada		
Zona 1 (≤ 5 km)	79	38,7
Zona 2 (>5 km, ≤ 10 km)	53	26,0
Zona 3 (>10 km, ≤ 15 km)	27	13,2
Zona 4 (>15 km, ≤ 20 km)	11	5,4
Zona 5 (>20 km, ≤ 25 km)	14	6,9
Zona 6 (≥ 25 km)	20	9,8
Modo		
SOV	101	49,5
Bus	78	38,2
Vehículo compartido	9	4,4
Motocicleta	3	1,5
Bicicleta	2	1,0
Otro (caminar)	11	5,4

Con respecto al modo de viaje casi la mitad de trabajadores lo hacen en un SOV, esto implica una mayor ocupación del espacio en la ruta y en los parqueaderos de la Universidad, en relación a otros medios de transporte. Otro grupo importante representado por 38,2%, hace su viaje en transporte público. Prácticamente una minoría comparte el auto, utiliza motocicletas y medios activos de transporte como caminar y la bicicleta.

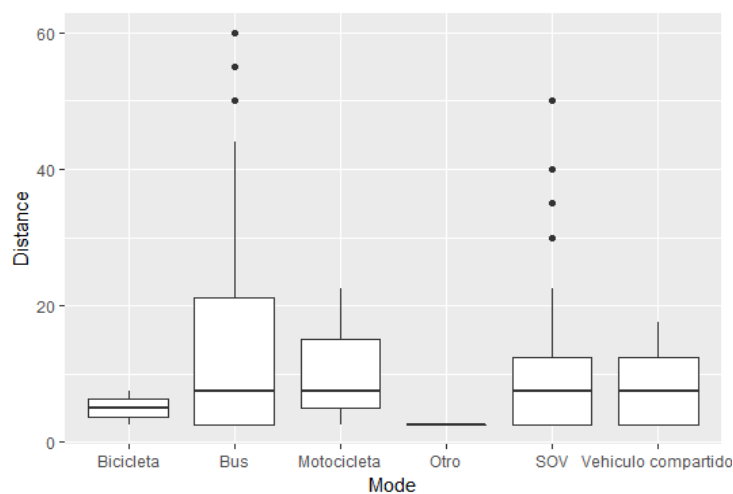


Figura 2. Repartición modal comparado con la distancia de los viajes hacia la UTN.

Tabla 2

Consumos y emisiones generadas por los viajes hacia la UTN, para el primer semestre del 2016

Modo	Consumo		Emisión de CO2	
	[L]	[%]	[Tn]	[%]
SOV	16654.2	83.2	38.43	81.8
Bus	2334.3	11.7	6.19	13.2
Vehículo compartido	596.5	3.0	1.37	2.9
Motocicleta	430.4	2.2	0.99	2.1
Total	20015.4	100.0	46.97	100.0

La Figura 2, muestra que para los modos de transporte motorizados el 50% de los viajes está en el rango de 5 a 10 km, mientras para medios activos el promedio y los todos los viajes están dentro del rango de los 5 km, seguramente los modos activos se originaron desde la ciudad. Es importante indicar que el centro de la ciudad de Ibarra se halla en una zona aproximadamente a una distancia máxima de 2 km desde la UTN, ver la Figura 1. Lo que posibilitaría en gran medida la masificación del uso de medios activos llegar a la Universidad.

Las distancias de viaje mayores a la mediana, tienden a ser más dispersas en el caso del bus, adicionalmente este medio de transporte registra distancias mayores de viaje con respecto al resto de modos, lo cual indica que es la preferencia de viajeros lejanos a la ciudad. Además, si se toma en cuenta que la mayor cantidad de trabajadores se moviliza en SOV, ver Tabla 1, pero con recorridos cortos, existe la posibilidad de cambio del automóvil privado al uso del transporte público en términos de la distancia viajada.

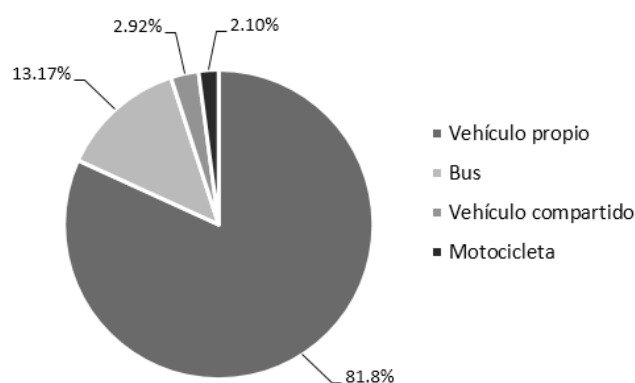


Figura 3. Emisiones de CO2 generadas por modalidad de transporte

Por otro lado, el cálculo de los consumos y emisiones producidas por los viajes de los trabajadores durante un periodo regular de un semestre, que tiene una duración de 16 semanas, se hallan en la Tabla 2. El vehículo de un solo ocupante que lleva a casi la mitad del personal genera con mucha diferencia la mayoría de emisiones 81,8%, ver Figura 2, donde es determinante el factor de ocupación. Mientras el bus que transporta a 4 de cada 10 funcionarios, a la vez que atiende recorridos más largos, sólo genera el 13.2% de las emisiones, debido a su alta tasa de ocupación. Como se puede apreciar, el vehículo compartido y la motocicleta generan emisiones menores.

CONCLUSIONES

Los datos obtenidos respecto al nivel de ocupación, indican que el SOV genera el mayor impacto ambiental al generar el 80% de CO2, aunque este modo transporta al 49.5% de trabajadores. Tomando en cuenta que la mitad de gente trasladada en este modo se mueve en el rango de distancia entre 5 a 10 km y el 75% de estas personas viajan desde una distancia aproximada de 13 km. Se puede mejorar la eficiencia ambiental del SOV incrementando el factor de ocupación.

El transporte público a pesar que este transporta personas desde distancias más largas que influyen en las emisiones de CO2, y lleva al 38.2% de los trabajadores genera solamente el 13.2% de las emisiones, estos datos indican que general este modo motorizado, es más eficiente en términos de impacto ambiental.

La información obtenida brinda la posibilidad de implementar programas de reducción de viaje hacia el trabajo, ya que la media de los viajes se lo hace dentro del rango de 10 km y el SOV ocupa la mayor parte de la proporción de gente transportada, estos cambios pueden orientarse al uso de transporte público, auto compartido y uso de medios activos de transporte.

Los medios activos como indica la revisión de literatura son factibles de utilización un rango menor a 8 km. Además, existe una gran posibilidad de su masificación en términos de distancia recorrida, ya que el perímetro de la ciudad se encuentra aproximadamente a 3 km de distancia desde el campus universitario.

Es recomendable en investigaciones futuras, determinar de manera más precisa la distancia de viaje preguntando el lugar de residencia. También es posible consultar las barreras y limitaciones al uso y cambio de los modos de transporte, a fin de evaluar otros aspectos que relacionan la preferencia por un modo de transporte determinado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Técnica del Norte por facilitar la información pertinente de su personal y permitir la implementación de la encuesta en su plataforma informática.

REFERENCIAS

- Agency, I. E., & OECD. (2004). *Energy Statistics*.
- Balsas, C. J. L. (2003). Sustainable transportation planning on college campuses, *10*, 35–49.
- Bureau of Infrastructure, T. and R. E. (Bitre). (2011). *Road vehicle-kilometres travelled: estimation from state and territory fuel sales*.
- Delmelle, E. M., & Delmelle, E. C. (2012). Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment. *Transport Policy*, *21*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.12.007>
- Duque, R. B., Gray, D., Harrison, M., & Davey, E. (2014). Invisible commuters : assessing a university 's eco-friendly transportation policies and commuting behaviours. *Journal of Transport Geography*, *38*, 122–136. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.05.010>
- Estratégicos, M. C. de S. (2015). Resumen Balance Energético 2015. Resumene ejecutivo. *Balance Energético Nacional 2015.*, 54. Retrieved from <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/balance-energetico/>
- GTZ. (2012). Gestión de la movilidad. In *Transporte Sostenible*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*.
- Maurice, L. Q., Hockstad, L., Hohne, N., Hupe, J., Lee, D. S., & Rypdal, K. (2006). Mobile Combustion. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 1–78.
- Municipalidad de Ibarra. (2012). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Cantón Ibarra. Ibarra. Retrieved from http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA1/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/IMBABURA/IBARRA/INFORMACION_GAD/01_CANTON_IBARRA_PDOT/1_Plan_de_Development_y_Orderamiento_Territorial_del_Canton_Ibarra/PARTE_1_-_PLAN_IBARRA_2031.pdf
- Naciph, K., Rivadeneira, L., & Cazorla, M. (2013). Cálculo de las emisiones de CO₂ de la Universidad San Francisco de Quito pertenecientes al rubro de transporte estudiantil del Segundo Semestre 2012-2013. *Avances En Ciencias En Ingeniería*, *5*(2), 2–5.
- Shannon, T., Giles-corti, B., Pikora, T., Bulsara, M., Shilton, T., & Bull, F. (2006). Active commuting in a university setting : Assessing commuting habits and potential for modal change, *13*, 240–253. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.11.002>
- Sierra, J. C. (2016). Estimating road transport fuel consumption in Ecuador. *Energy Policy*, *92*, 359–368. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.02.008>
- Whalen, K. E., Páez, A., & Carrasco, J. A. (2013). Mode choice of university students commuting to school and the role of active travel. *Journal of Transport Geography*, *31*, 132–142. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.06.008>

Ingeniería de Software



PORTAL CAUTIVO Y SEGURIDAD EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PUBLICIDAD MULTIMEDIA PARA DISPOSITIVOS MÓVILES EN CENTROS COMERCIALES

CAUTIVE PORTAL AND SAFETY IN THE IMPLEMETATION OF A MULTIMEDIA ADVERSITING SYSTEM FOR MOVILE DEVICES IN COMMERCIAL CENTERS

Luis Suárez¹

Ana Umaquina¹

Nelson Romo¹

Edgar Jaramillo¹

¹Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

lesuarez@utn.edu.ec

Resumen

En la actualidad los nuevos canales para difusión publicitaria han evolucionado de tal manera que es posible usando dispositivos móviles interconectados acceder a ella en cualquier lugar. La publicidad digital, posee muchas ventajas en comparación con la publicidad impresa tradicional, siendo su impacto mayor hacia los usuarios y su efecto sobre el ambiente es positivo, pues ayuda a reducir el uso de papel, los costos de publicidad e impresión, contribuye con la reutilización, mejora la organización de material publicitario, la disponibilidad para difusión a multidispositivo, entre otros, con el fin de incrementar la atención del cliente sobre el producto, servicio y lograr que lo utilice. En centros comerciales u otros lugares de masiva afluencia de personas, disponer de soluciones que regule el acceso a la red e internet a los usuarios y visitantes y además brinde seguridad en la conexión es algo muy importante. El presente trabajo de investigación se enfoca al diseño de un portal cautivo y establecimiento de políticas de seguridad aplicados a la publicidad digital hacia dispositivos móviles en el centro comercial Laguna Mall de la ciudad de Ibarra. Un gran porcentaje de locales de este centro comercial utilizan por una parte publicidad impresa que supone requerir de recurso humano para su difusión. El estudio propone utilizar un sistema de publicidad multimedia orientado a dispositivos móviles cuyo control de acceso de usuarios esté dado a través de un portal cautivo, con el fin de optimizar el uso del ancho de banda tanto para locales comerciales como para usuarios externos y a la vez como mecanismo de seguridad para la red inalámbrica del centro comercial.

***Palabras clave:** portal cautivo, publicidad digital, publicidad en dispositivos móviles, publicidad multimedia, seguridad.*

Abstract

Actually, the new channels for advertising broadcast have evolved in such a way that it is possible using interconnected mobile devices can be accessed anywhere. Digital advertising has many advantages compared to traditional printed advertising, its impact on users and its effect on the environment is positive, as it helps to reduce paper usage, advertising and printing costs, contributes to the reuse, improves the organization of advertising material, availability for multi-device broadcasting, among others, in order to increase the customer's attention on the product, service and to make use of it. In commercial centers or other places of massive influx of people, having solutions that regulate access to the network and the Internet to users and visitors and also provides security in connection is very important. This research focuses on the design of a captive portal and the establishment of security policies applied to digital advertising for mobile devices in the Laguna Mall commercial center in the Ibarra city. A large percentage of the premises of this shopping center use, on the one hand, printed publicity, which entails requiring a human resource for its dissemination. The study proposes to use a multimedia advertising system oriented to mobile devices whose control of user access is given through a captive portal, in order to optimize the use of bandwidth for both commercial and external users and at the same time as a security mechanism for the mall's wireless network.

***Keywords:** Security, captive portal, digital advertising, mobile advertising, multimedia advertising*

Introducción

El uso de la información digital se ha vuelto una necesidad diaria, las empresas y negocios se deben enfocar más al mercado actual y la demanda que existe. Actualmente se establecen muchas opiniones en contra del uso de recursos publicitarios impresos, por el recurso natural que se necesita para su procesamiento y por la contaminación que produce cuando el material es usado.

La efectividad de este tipo de publicidad depende de la presentación de la información, por lo que debe tener distintos formatos, así se podrá captar de mejor manera el contenido. Existen 8 formatos de publicidad digital aceptables que deben tenerse en cuenta a la hora de pensar en este tipo de solución. (Tomas, 2015):

- Publicidad Nativa: su finalidad es brindar contenido que desee consumir el usuario, usando entretenimiento, sorpresa y una experiencia fluida.
- Email marketing: es dirigido para un público segmentado, donde se entrega campañas de descarga de algún contenido para intercambiarlo por un e-mail.
- Social Ads: se usan sobre todo en redes sociales porque tienen herramientas diferentes y muchas particularidades.
- Display: se caracterizan por ser elementos visuales utilizados dentro de páginas web principalmente.
- Retargeting online: tiene las mismas características del display, pero solo presentan anuncios personalizados, recopilan información de las cookies para enviar publicidad relevante.
- SEM: crea campañas publicitarias basadas en anuncios por clic dentro de los buscadores.
- Mobile Ads: los formatos publicitarios ahora se presentan mayormente en los dispositivos móviles. Esta característica es real, porque casi todas las personas del mundo tienen uno.
- Video Online: el video es más llamativo que una publicidad tradicional por ser más potente y tiene mucha aceptación. (Tomas, 2015).

Según un estudio presentado por (MarketingDirecto, 2014) organización enfocada a ayudar a sus clientes a medir la importancia de las audiencias multiplataforma y la publicidad más valiosa: "...el 88% del tiempo que pasamos con nuestro móvil lo hacemos consultando aplicaciones, mientras que el 12% lo hacemos navegando por la web, siendo muy similar en tabletas con un 82% frente al 18%". Con este estudio se nota que la publicidad en aplicaciones móviles impresiona más que la mostrada en páginas webs.

Otro estudio publicado por la organización con experiencia en Ads personalizados móviles concluye que: "la publicidad en aplicaciones móviles es 2,8 veces mayor que la publicidad en web móvil en datos de CTR (clickthrough rate), mientras que en CPM (coste por mil) es 2,5 veces mayor" (InMobi). (MarketingDirecto, 2014).

Al hablar de sistemas operativos, el mayor impacto en publicidad es "el sistema operativo de Apple, iOS, tiene más impresiones en cuanto a CTR y en CPM, siendo casi un 21% mayor que en dispositivos con sistema operativo Android" (InMobi). (MarketingDirecto, 2014).

En la sociedad actual existen varias herramientas tecnológicas que ayudan a mejorar los procesos en diferentes áreas; el aprendizaje, la comunicación, el desarrollo de productos, el acceso a la información y otros; de una manera rápida y flexible. Sin embargo, son pocas las herramientas que brindan soluciones prácticas sobre problemas del entorno o el ambiente con la finalidad de mantener un desarrollo sostenible.

Uno de los problemas más importantes es la utilización de materias primas como el papel, material que es usado diariamente para distintos fines y en masivas cantidades supone una afectación al medio ambiente. Áreas como la publicidad, donde la producción de material impreso en papel es excesiva y existe un gran consumo de este recurso, además de el uso de químicos en las tintas de impresión contribuyen a este problema (Laines, 2016).

Analizando este problema se propone el diseño de un sistema de publicidad multimedia, que permita el acceso al material publicitario, pero de forma digital, reduciendo el uso de material impreso y obteniendo un impacto positivo al ambiente que ayuda a su sostenibilidad.

Dicho contenido publicitario se presenta sobre dispositivos móviles como tablets o smartphones, ya que, se han convertido en una parte fundamental del uso diario de cada persona y son utilizados como medio de consumo de todo tipo de información; siendo la forma ideal para visualizar el contenido publicitario con un alto impacto sobre un mayor número de audiencia (Amaury, 2015).

El sistema de publicidad permite que los dispositivos móviles visualicen la información publicitaria con contenido multimedia utilizando tecnología Android. Además, el sistema propone el uso de un portal cautivo, herramienta que sirve para optimizar el uso del ancho de banda como mecanismo de seguridad para la red inalámbrica del centro comercial, sirviendo como medio de presentación y regulación para descarga y uso de la aplicación.

Para lograr que todos los dispositivos interconectados a la red de la organización convivan sin dificultades y garantizando la seguridad, se configura el portal cautivo, para facilitar la conexión, la navegabilidad, la administración de los dispositivos conectados.

Metodología

Arquitectura del Sistema:

El diseño arquitectónico permite estructurar el sistema de publicidad en módulos para representar las relaciones de control entre cada uno de ellos, es decir la forma en que los datos fluyen por cada componente de la solución. Todo el procedimiento permitió obtener una visión total del funcionamiento del software y cómo se comunica.

Para el diseño del sistema de publicidad se ha utilizado el tipo de **arquitectura estratificada**, que permite dividir al sistema en capas y se pueden describir las operaciones que se realiza en cada una de ellas progresivamente. (Fuente, 2016).

Ya que el sistema tiene varios segmentos donde se realiza un proceso con una aplicación distinta, fue muy útil esta arquitectura, facilitando el entendimiento de su funcionamiento y las áreas en donde se hace referencia a cada capa. Añadiendo esta estructura dentro del entorno donde se estableció el sistema, se visualizó la totalidad de su comunicación tal como se muestra en la Figura 1.

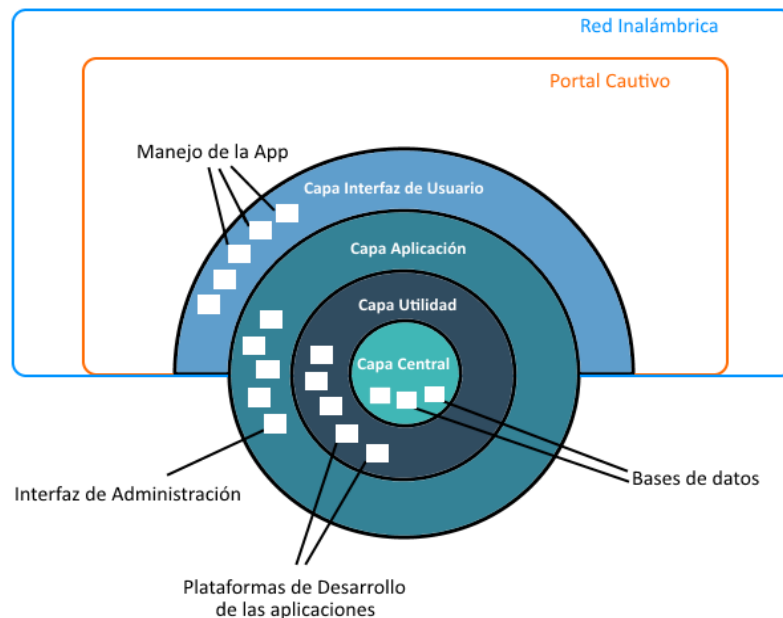


Figura 1. Diseño de la arquitectura estratificada de la solución.

En la capa externa definida como la interfaz de usuario, se realizan las operaciones de los clientes a través del manejo de la aplicación sobre el dispositivo móvil; segmentos del sistema incluidos dentro del funcionamiento de la red inalámbrica y el portal cautivo.

En la capa de la aplicación se tuvo el manejo del software que administraba el ingreso de contenido a las bases de datos. En la capa de utilidad se tenían las herramientas de desarrollo de la app, el entorno de diseño del programa gestor. Finalmente, en la capa central se tiene la base de datos para almacenamiento y gestión de la información.

Diseño de Red:

Para garantizar la conexión de los usuarios tanto internos como externos al centro comercial, se realiza el diseño de la red inalámbrica, determinando los lugares estratégicos en donde se han de colocar los Access Point, fue necesario establecer los requerimientos a nivel de equipo para configurar el portal cautivo pfSense con una interfaz WAN y una interfaz LAN, también de un servidor web que estuvo conectado a la red interna del portal cautivo y los clientes que utilizaron sus dispositivos móviles con conexión inalámbrica para acceder a la red configurada, para su correspondiente autenticación como se muestra en la Figura 2.

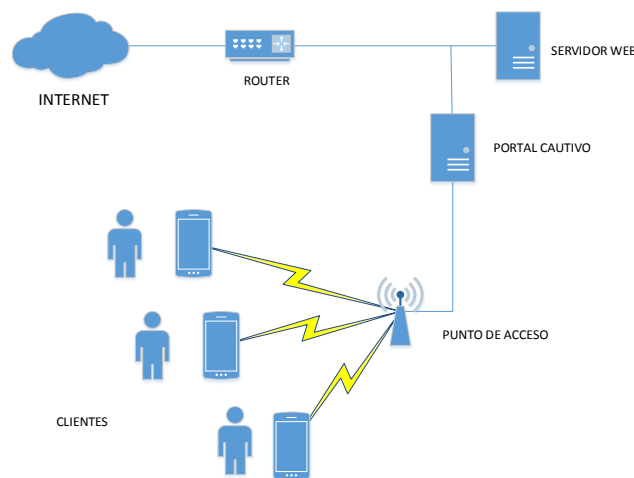


Figura 2. Diseño de la red inalámbrica interna

Portal Cautivo y seguridad

Como se mencionó en el apartado anterior, se utiliza el portal cautivo pfSense en el cual se configuran todos los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento, entre los más importantes un *Idle timeout* que es el tiempo máximo de inactividad para que un usuario sea desconectado de la red, este tiempo es de 30 minutos. Así mismo se configura un *hard timeout*, que es el tiempo máximo de conexión y navegación permitido para un usuario específico, este valor es de 90 minutos.

Se restringió la velocidad de subida y bajada de información para cada usuario, se asignó 1 Mbps de bajada y 256 kbps de subida. Además, se permite que a usuarios o grupos de usuarios logeados en el Portal Cautivo se les pueda asignar ciertos privilegios.

Finalmente se configuran las páginas de inicio del portal cautivo, una página principal en donde se autentifica el usuario y otra página de error cuando sucede un fallo de acceso a la red por medio del portal cautivo. Esto se muestra en la Figura 3.

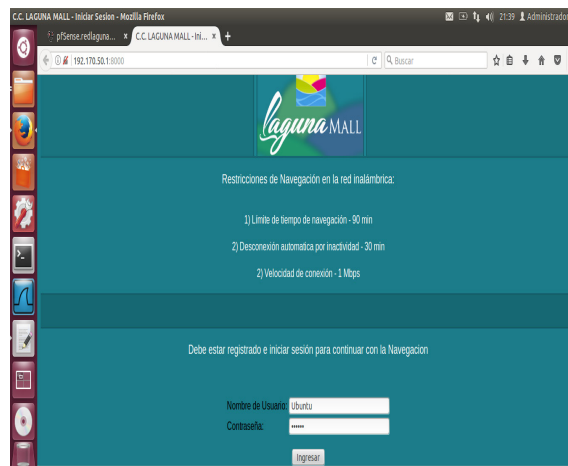


Figura 3. Diseño del portal cautivo

Desarrollo de la Aplicación:

Nivel de API

El punto más importante a tomar en cuenta antes de la programación, era saber con qué versión de API se trabajaría para el desarrollo de la app, parámetro necesario para la compatibilidad de ésta sobre los sistemas operativos de los dispositivos móviles de los clientes. Para este proceso se tuvieron en cuenta varios aspectos. En principio debía ser un nivel de API mínimo que incluya los elementos necesarios para la ejecución de la aplicación, tomando en cuenta que terminales con niveles de API superiores también la soportarían, por lo que se trabajó con el nivel 15.

Diseño del Sistema

Dada la manera en que la publicidad fluye dentro del centro comercial y la variedad de la misma, se consideró que el sistema debía estar adecuadamente configurado y diseñado para tener un mejor impacto que la publicidad física sobre el cliente. El sistema necesita un servidor web que gestione el almacenamiento de la publicidad digital, usando bases de datos que intercambia información con la aplicación y un servidor para configuración del portal cautivo que realiza el control de acceso con autenticación en la red.

Interfaz Gráfica

La interfaz de usuario se estableció de manera atractiva al usuario y fácil de usar. Incorpora una pequeña introducción de lo que es la aplicación y por lo que fue diseñada, siendo una manera de informar y concienciar a las personas sobre el problema del uso de material impreso para publicidad.



Figura 4. Diseño de las interfaces de usuario

Se diseñó la publicidad que va a ser mostrada de acuerdo al tipo de local comercial, entre ellos: Home Vega, Star Cines, Pizza Hut, Redux Clínica Estética, Movistar, Claro, Óptica los Andes, Ópticas GMO, Solemío.

Se personaliza en algunos casos la forma en que se presenta la publicidad, siendo en algunos casos necesario incluir los links de las páginas web de la marca correspondiente a la publicidad, en otras aplicaciones se presentan botones que vinculan al reproductor de video en aplicaciones externas como YouTube.



Figura 5. Publicidad tipo

A continuación, se procede con la visualización de la información de contacto del centro comercial: correo, teléfono, dirección y se incluirán las redes sociales a las que está vinculado.



Figura 6. Información de redes sociales

Requerimientos generales de la solución

- Un servidor web y un servidor de bases de datos que permite a la aplicación intercambiar la información de la publicidad.
- El sistema gestor de base de datos donde se almacena el contenido multimedia de los locales comerciales.

- La GUI para administrar el ingreso, modificación y eliminación del contenido en las bases de datos.
- El software de prototipado que ayuda a la planificación y diseño de la aplicación de publicidad.
- La plataforma de desarrollo Android con la que se diseña y programa la aplicación.
- El portal cautivo que realiza las funciones de control de acceso en la red inalámbrica y brinda los mecanismos de seguridad.
- Diseño de la red inalámbrica con los servidores del sistema integrados.

Resultados

Plan de Pruebas

Se detalla a continuación las pruebas realizadas para comprobar el correcto funcionamiento o desempeño del sistema, la funcionalidad del portal cautivo, las pruebas que se realizan son para comprobar el funcionamiento del portal cautivo, las operaciones sobre la base de datos, la comunicación entre la base de datos y la apk (Cliente - Servidor), adicional se presenta las pruebas de contenido en la aplicación Android lo que se resume en la Figura 7. Para las pruebas correspondientes se utiliza dispositivos móviles compatibles con el sistema operativo Android, tres smartphones y una Tablet. Así: el cliente 1, Sony Xperia Z5, cliente 2, Samsung Galaxy S7, cliente 3, Samsung Galaxy S3 Mini y el cliente 4, Samsung Galaxy Tab 4.

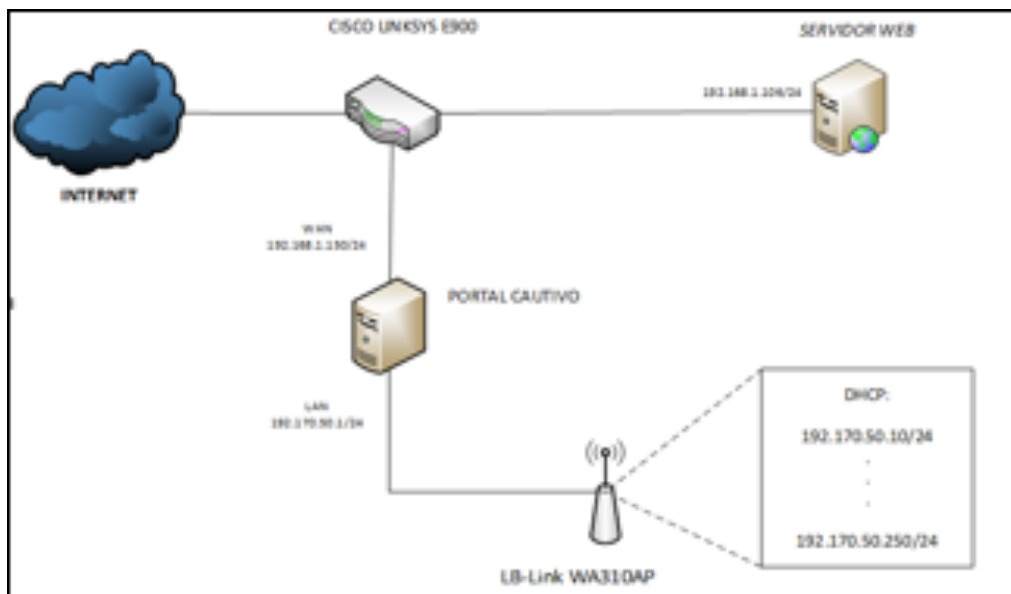


Figura 7. Plan de pruebas de la aplicación

Una vez conectado a la red, se puede verificar que el dispositivo se le asigna una dirección IP, además de direccionar al inicio de sesión. Por medio de la aplicación llamada “Mi dirección IP” descargada desde la PlayStore se puede observar la IP asignada automáticamente al dispositivo.

Verificación de las restricciones

Una vez conectado el dispositivo, se comprueba la autenticación, la limitación de ancho de banda, el tiempo de conexión por usuario y desconexión automática por período de tiempo inactivo además de configurar a ciertos dispositivos para que tengan privilegio de acceso al portal cautivo (User-Services-Captive Portal Login).

Comunicación de la App con la base de datos

Como parte de las pruebas correspondiente se verifica la conexión correcta hacia la base de datos para la administración de contenidos, imágenes y demás funciones administrativas. La aplicación está instalada en un smartphone que se encuentra conectado a la red inalámbrica luego de haberse autenticado en la misma.

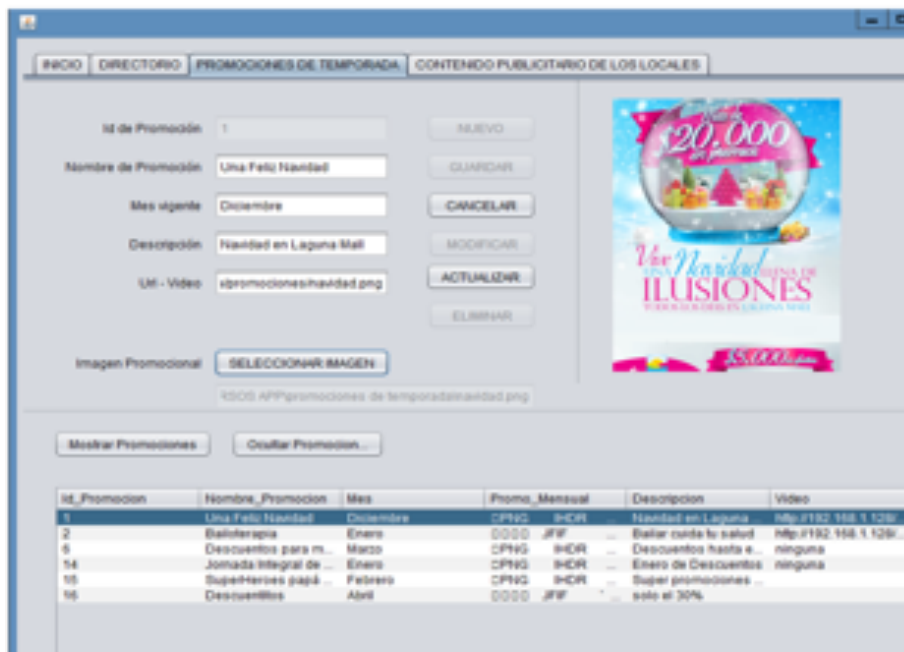


Figura 8. Panel de administración de Base de Datos

Presentación de contenidos en la App

Finalmente se tiene la forma de presentación del contenido de la publicidad multimedia, esto se lo puede verificar desde cualquier dispositivo con distintas resoluciones y diferentes versiones del sistema operativo Android con el fin de analizar el correcto desempeño y compatibilidad.



Figura 9. Publicidad final

Conclusiones

- Se determina que en el centro comercial Laguna Mall se utilizaba material publicitario impreso en cantidades considerables, por lo que el sistema de publicidad multimedia es necesario para disminuir el uso de recursos como papel o derivados utilizados con fines de publicidad.

- Al utilizar información digital para la publicidad se mejora por una parte el proceso de comunicación e incrementa el impacto del contenido publicitario hacia los clientes mediante el uso de los dispositivos inteligentes, por cuanto en la actualidad es uno de los dispositivos de uso necesario para la mayoría de personas, por otra parte, se obtiene un posible incremento en la captación de posibles clientes.
- Se diseña una arquitectura del sistema donde se implementa el sistema demostrando su funcionamiento sobre la infraestructura actual de la red inalámbrica del centro comercial.
- La aplicación desarrollada en la plataforma android sirve como base de presentación de publicidad multimedia, creando una nueva forma de comunicación e interacción con el usuario.
- Se configura el portal cautivo pfSense, proporcionando un mecanismo robusto de seguridad aplicado a una red inalámbrica, gracias a sus características funcionales y fácil e intuitiva administración.
- A través de la configuración del portal cautivo, es posible la restricción y configuración de parámetros de uso de la red para los usuarios para la optimización del ancho de banda del centro comercial.

Agradecimientos

Un particular agradecimiento a la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte por la apertura para la ejecución de esta investigación; al Centro comercial Laguna Mall lugar de desarrollo del presente caso de estudio.

Referencias

- Amaury, G. (2015). Publicidad impresa vs publicidad digital. Obtenido de <http://linkbajio.com.mx/publicidad-impresa-vs-publicidad-digital/>
- Fierro, F. G. (2015). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de Estudio comparativo de aplicaciones para la implementación de portales cautivos empleando interconectividad entre los locales de bonny restaurant.: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1492/1/18T00454.pdf>
- Fuente, M. C. (2016). Slideshare.net. Obtenido de http://es.slideshare.net/jose_rob/diseo-de-la-arquitectura-del-software
- Instituto Tecnológico de Sonora. (2017). Introducción a los Sistemas de Información. Obtenido de http://biblioteca.itson.mx/oa/dip_ago/introduccion_sistemas/index.htm
- Laines, P. (2016). Qué es la publicidad digital y qué formatos de pauta existen. Obtenido de <http://ilifebelt.com/la-publicidad-digital-formatos-pauta-existen/2016/09/>
- MarketingDirecto. (2014). Marketing Directo. Obtenido de <https://www.marketingdirecto.com/digital-general/mobile-marketing/la-publicidad-en-aplicaciones-mucho-mas-eficaz-que-en-la-web->
- Mocholí, A. (2014). Cómo definir tu aplicación móvil: Hacer un prototipo de app. Obtenido de <https://www.yeeply.com/blog/como-definir-tu-aplicacion-movil-hacer-prototipo-de-app/>
- Moronatti, J. (2016). Basepyme. Obtenido de La revolución de las aplicaciones móviles: quién las usa, cuándo y con qué objetivo.: <https://www.basepyme.es/analisis/la-revolucion-de-las-aplicaciones-moviles-quien-las-usa-cuando-y-con-que-objetivo/>
- Pellejero, I. A. (2006). Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN: de la teoría a la práctica. Obtenido de Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN: de la teoría a la práctica. Arquitecturas o topologías de red WLAN. 2.1.
- Saenz, M. (2016). La revolución de las 'apps'. Obtenido de <http://www.larioja.com/culturas/201603/27/revolucion-apps-20160327005801-v.html>
- Tomas, D. (2015). Cyberclick. Obtenido de <http://www.cyberclick.es/numerical-blog/los-8-formatos-de-publicidad-digital-que-no-has-de-perder-de-vista>
- Vieira, M. (14 de mayo de 2015). Hopemedia.es. Obtenido de <https://hopemedia.es/5-ventajas-firewall-pfsense/>



| 20

**ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS ORACLE BI EN LA IMPLEMENTACIÓN
DEL SISTEMA DE REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE PROYECTOS
ESTUDIANTILES PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**ORACLE BI TOOLS ANALYSIS FOR SOFTWARE IMPLEMENTATION
FOR REGISTRATION AND CONTROL TO STUDENT'S PROJECTS
FOR UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Pedro Granda¹

Jorge Vásquez¹

Victor Caranqui¹

Pablo Landeta¹

¹Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

pdgranda@utn.edu.ec

Resumen

En base a la necesidad de contar con una herramienta sistematizada que contenga la información de proyectos estudiantiles en temas como recursos, fases, avances, etc., de una forma estructurada y organizada, útil para realizar análisis y tratamiento posterior de información, pues el seguimiento de procesos era inadecuado teniendo en cuenta que la información no se encontraba centralizada lo cual provocaba consumo excesivo de recursos, además se tenía muy poco control sobre etapas y avances de proyectos.

Se propuso la implementación de un Sistema automatizado de Registro y Seguimiento de proyectos estudiantiles para la Universidad Técnica del Norte. Utilizado tecnologías cuyo estándar está establecido por el Departamento de Tecnologías de la Información UTN: Base de datos Oracle 11G, Oracle Application Express (APEX), Oracle Business Intelligence (Minería de Datos) y la metodología de desarrollo de software RUP.

El desarrollo de esta plataforma inició con el levantamiento y análisis de los requerimientos, funcionalidades, modelamiento de la información y desarrollo del aplicativo. A partir de esta herramienta se realizó un esquema de copo de nieve que es requisito para la utilización de Business Intelligence de Oracle para mostrar información a nivel gerencial.

Como resultado se tiene el software realizado e implementado en los equipos informáticos del Departamento de Tecnologías de la Información UTN dejando así un proceso integrado para el seguimiento de las actividades. Los cubos de información en el sistema fueron realizados con la herramienta Oracle BI Publisher con la cual se obtiene información estructurada y su presentación se la hace en forma dinámica.

Con esta implementación se ha mejorado sustancialmente el manejo de la información en aspectos como: identificación y ordenamiento de proyectos, optimización de recursos económicos y humanos, visualización clara de fases y estados de cumplimiento, esto trabajo ha permitido tener información oportuna, actualizada, centralizada, y ordenada.

Palabras clave: *Inteligencia de negocios, Oracle APEX, RUP, Oracle BI*

Abstract

The proposal is based on the need to have a systematic tool that contains the information of student projects in aspects such as resources, phases, progress, etc., in a structured and organized way that is useful in the analysis and post processing of information. This need is due to an inadequate monitoring of processes considering that the information was not centralized, which caused an excessive use of resources, in addition to little control over the stages and progress of the projects.

The implementation of an automated System of Registration and Monitoring of student projects for the Universidad Técnica del Norte (UTN) was proposed using technology whose standards are established by the UTN Information Technology (IT) Department: Oracle 11G database, Oracle Application Express (APEX), Oracle Business Intelligence (Data Mining), and RUP software development methodology.

The development of this platform started with the formation and analysis of the requirements, functionality, modeling of the information, and development of the application. A snowflake scheme was performed starting from this tool, which is a requirement of Oracle Business Intelligence to be able to show information at an administrative level.

Thus, the software has been executed and implemented in the computer equipment of the UTN IT Department laying down an integrated process for the monitoring of activity. The information blocks in the system were created with the Oracle BI Publisher tool with which structured information and its presentation in a dynamic form are obtained.

With this implementation, there has been a substantial improvement in the way that the data is handled in aspects such as: identification and organization of projects, optimization of economic and human resources, and clear visualization of phases and fulfillment status. This work has allowed to have timely, up to date, centralized, and organized information.

Keywords: *Business Intelligence, Oracle APEX, RUP, Oracle BI*

Introducción

La Universidad Técnica del Norte a través del departamento de Vinculación con la Colectividad facilita los nexos de cooperación con organizaciones, productivas, culturales, sociales, ambientalistas, deportivas, etc. sean públicas o privadas, y gestiona las actividades para la extensión con la colectividad. Estos procesos de vinculación se realizan por intermedio de los estudiantes, docentes y empleados lo que han generado un compromiso directo de la institución frente a la sociedad.

La actividad de la Extensión Universitaria es un requisito muy importante dentro del desarrollo y formación estudiantil, ya que es el primer contacto del estudiante con la sociedad, en la cual demuestra los conocimientos adquiridos dando solución o ayudando en las labores diarias de las instituciones beneficiarias.

En este contexto es que el seguimiento a estos procesos era inadecuado ya que la información producida y registrada no se encontraba centralizada, organizada, optimizada y actualizada, lo cual provocaba consumo excesivo de recursos económicos, tiempo, personal e infraestructura, es entonces como nace la necesidad de automatizar procesos, registrar recursos, optimizar tiempos, etc.

Por estas razones es que nace este proyecto y se lo realiza bajo la necesidad de contar con un aplicativo informático que pueda contener toda esta información de extensión universitaria de una forma estructurada, organizada, actualizada, y centralizada que sirva para realizar análisis y tratamiento de los datos.

En la Universidad Técnica del Norte, el uso de Oracle BI se lo usa de forma permanente, prueba de ello es el proyecto desarrollado por docentes de la Carrera de Ingeniería de Sistemas(Guevara Vega, Ortega Andrade, Guevara Vega, & Quiña Mera, 2016), quienes han implementado el proceso de seguimiento a graduados en la UTN.

En un estudio realizado en Australia(Harrison, Parker, Brosas, Chiong, & Tian, 2015), se da una revisión general de como la tecnología y en especial BI tiene un rol fundamental en la administración.

En el área educativa, la herramienta Oracle BI ha sido ampliamente utilizada, como ejemplo se puede citar al trabajo presentado por investigadores japoneses(Duan, Cao, One, & Woolley, 2013), donde han utilizado esta tecnología para hacer un análisis de compromiso estudiantil aplicado al sistema educativo superior.

Existe un importante estudio (Bernardino & Tereso, 2013), en el cual se hace un comparativo de las principales herramientas de BI, colocando a Oracle BI como la líder en soluciones de Inteligencia de negocios.

Una investigación similar que genera valor es la planteada por la investigadora de Rumania (Rusaneanu, 2013), quien luego de hacer una comparativa entre varias herramientas BI, concluye que Oracle BI tiene la mejor puntuación, situándola en un sitio importante en la industria.

Método

Metodología de implementación

Fase de Inicio

El documento de visión del proyecto es la base para el proceso de desarrollo del software, ya que indica los requerimientos y características que se desarrollaran dentro del sistema, que además permite planificar el trabajo, las actividades y las iteraciones.

Los requerimientos se obtuvieron a partir de entrevistas de trabajo con el usuario principal y los profesionales del Departamento de Informática de la UTN.

La documentación de la visión del proyecto muestra en forma global la solución que el sistema va a brindar, la amplitud, funcionamiento, área de ejecución, interesados, involucrados, entre otros.

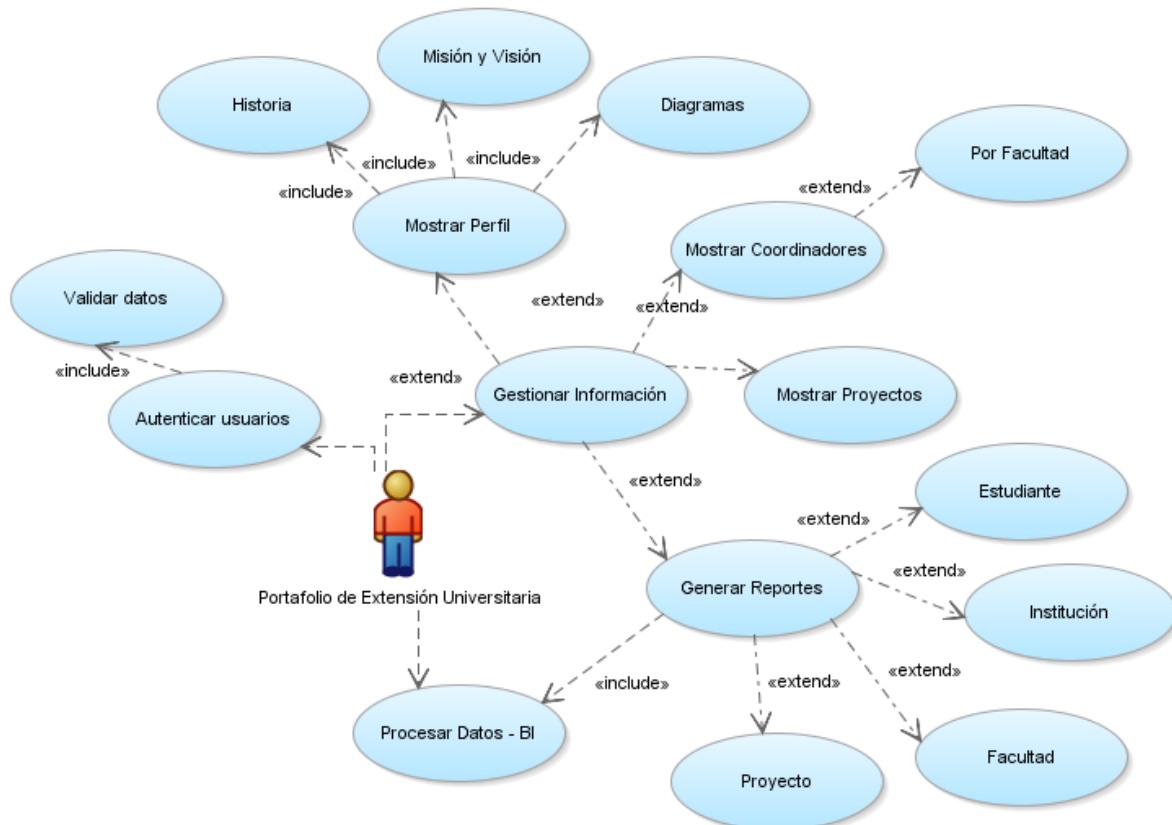
El uso de portafolios de servicios dentro de la UTN se ha convertido en una gran necesidad. La Dirección de Vinculación con la Colectividad impulsó la creación de un sistema portafolio para realizar la gestión y seguimiento de la extensión universitaria que todo estudiante debe realizar en su proceso de formación profesional

Fase de Elaboración.

En esta fase se plasman las funcionalidades del aplicativo y la mejor forma de hacerlo es emplear los diagramas de casos de uso.

Casos de Uso

Los casos de uso permiten visualizar didácticamente las funciones y relaciones que tiene un sistema. En la elaboración de los casos de uso primeramente se definen los actores.



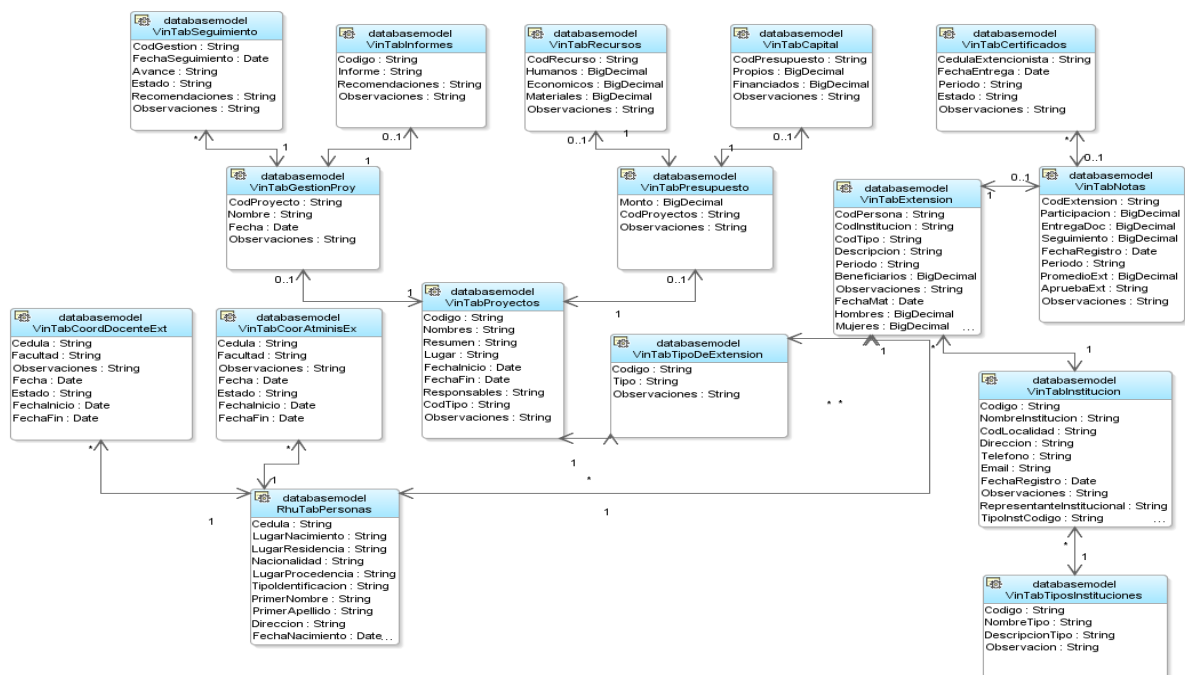
Gráfica 1: Caso de uso Portafolio de la Extensión Universitaria.

Fase de Construcción.

Esta fase se caracteriza porque se diseñan varios documentos para el modelado del sistema y además se lo desarrolla a la par.

Vista lógica.

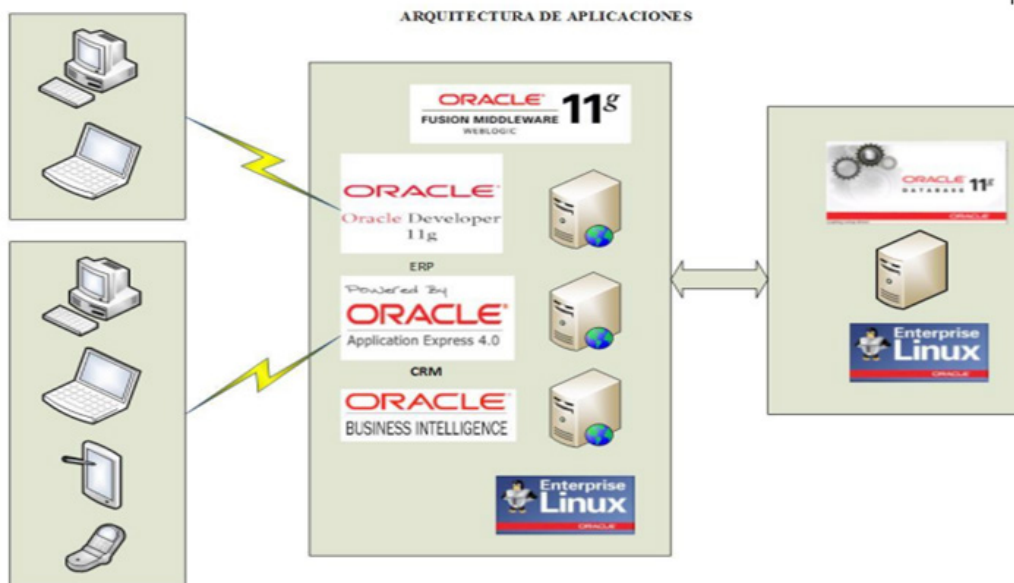
Modelo entidad relación: El modelo entidad relación muestra la relación entre las tablas de la base de datos de la UTN que se utilizan para realizar el proceso de extensión universitaria.



Gráfica 2: Diagrama de Clases

Vista de implementación.

A continuación, la arquitectura tecnológica utilizada para el desarrollo del sistema:



Gráfica 3: Arquitectura de software.

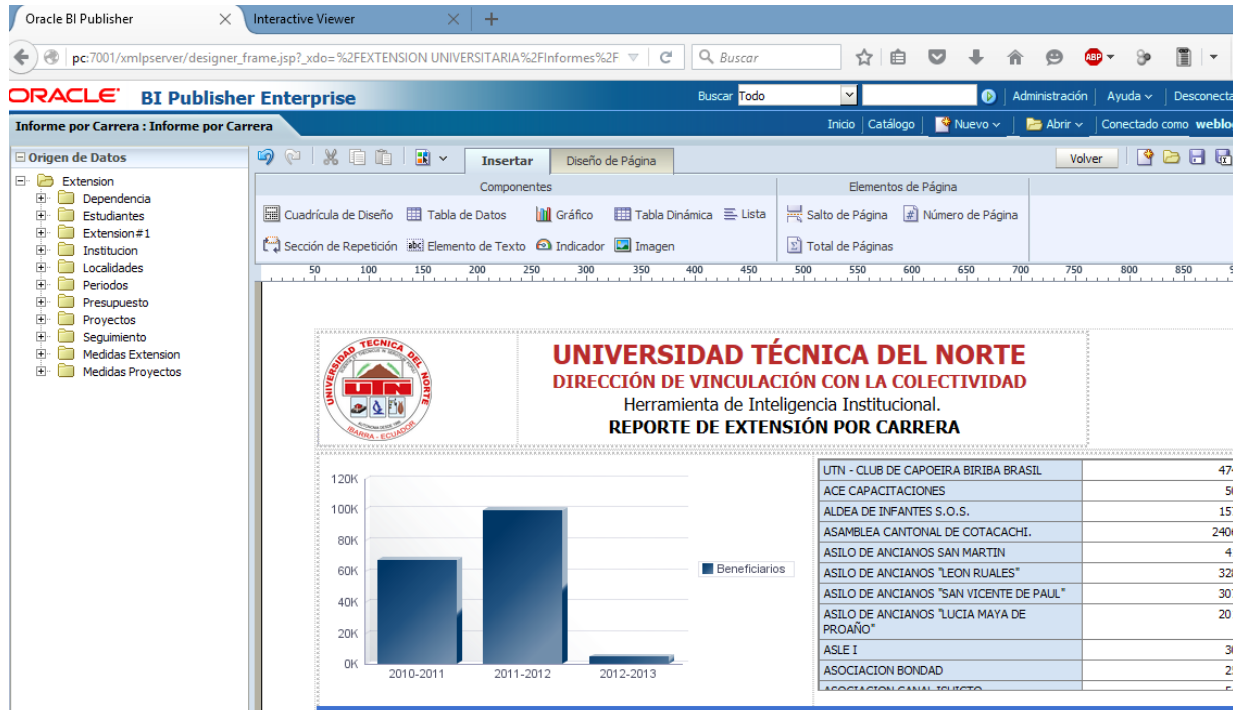
Desarrollo del aplicativo

Una vez instaladas las herramientas base necesarias, se realiza el análisis de la base de datos para esquematizar las tablas necesarias que se utiliza en la implementación del software.

El siguiente paso es implementar un modelo dimensional del tipo estrella en la Herramienta Oracle Warehouse Builder.

Terminada la creación del warehouse se crea un repositorio en la herramienta Administración de Oracle BI que posteriormente se subirá al OBI.

Luego se diseña el reporte en Oracle Publisher y se lo vincula a la aplicación creada en APEX.



Gráfica 4: Reporte integrado en aplicación APEX

Herramientas de desarrollo.

Para implementar el sistema es necesario utilizar distintas herramientas, a continuación, se describen:

Base de datos Oracle.

En el libro dedicado a Oracle 11G(Roldán & Valderas, 2013) mencionan que la base de datos Oracle es:

Uno de los sistemas de gestión de bases de datos del mercado más populares debido a su robustez, flexibilidad, fiabilidad y a la gran cantidad de aplicaciones que soporta. No en vano, resulta habitual encontrar algún producto de Oracle en empresas y administraciones públicas.

La base de datos Oracle es un completo SGBD5 objeto-relacional que tiene su arquitectura tipo cliente-servidor y es desarrollada por la empresa Oracle Corporation.

Oracle APEX.

Oracle Application Express según (Naranjo, 2016) es una herramienta de desarrollo web que permite compartir datos y crear aplicaciones personalizadas de forma rápida. Con ayuda de un explorador web y sin necesidad de contar con conocimientos avanzados de programación, se podrán desarrollar y desplegar potentes aplicaciones, rápidas y seguras.

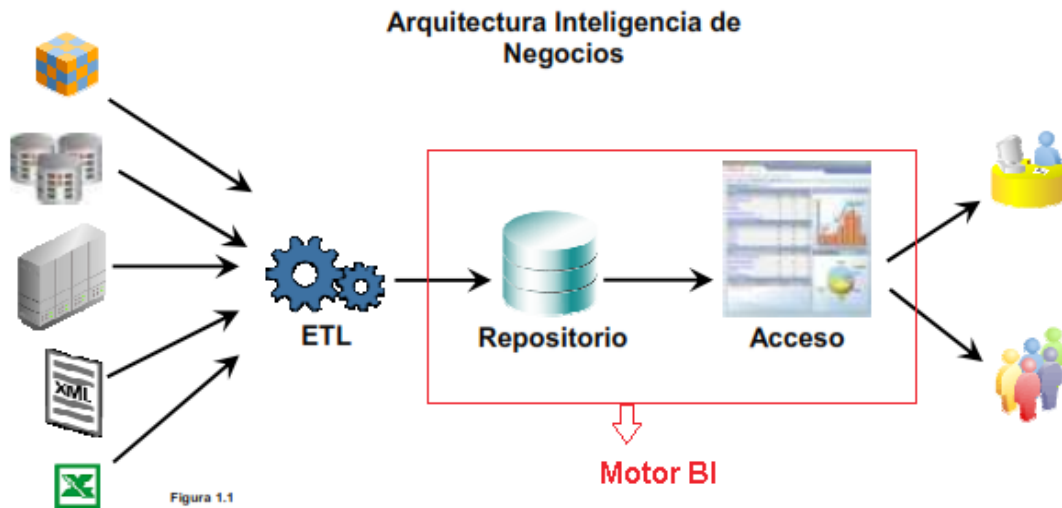
APEX tiene una arquitectura funcional muy especial ya que para atender las solicitudes del cliente emplea un proceso denominado WEB LISTENER.

Business Intelligence

La inteligencia de negocios se refiere al uso de datos en una empresa para facilitar la toma de decisiones (Marqués, 2014). Abarca tanto la comprensión del funcionamiento actual de la empresa, como la anticipación de acontecimientos futuros, con el objetivo de ofrecer conocimientos para respaldar las decisiones empresariales.

Oracle Business Intelligence: Oracle BI9 es una plataforma tecnológica completa con aplicaciones web, que permite la integración industrial con un conjunto más robusto de informes de consulta y análisis en tiempo real, análisis OLAP10, tablero de mando, tarjeta de puntuación, análisis predictivo, análisis móvil, colaboración, alertas, informes empresariales.

La arquitectura de Oracle BI está basada en el proceso ETL11 para dar tratamiento y análisis a la información:



Gráfica 5: Arquitectura de la Inteligencia de Negocios – Oracle

Resultados

El diseño e implementación del Sistema de portafolio de servicio para la Unidad de Extensión Universitaria ha tenido un gran aporte al seguimiento de los proyectos con la herramienta construida, así lo demuestra la siguiente vista del sistema en cuanto a proyectos realizados por los diferentes conceptos:



Gráfica 6: Reporte integrado en aplicación APEX.

Mediante el aplicativo se ha logrado perfeccionar el seguimiento del proceso utilizado por la Unidad de Extensión Universitaria. Además, la implementación de este proyecto permite optimizar recursos humanos, económicos que se utilizaron innecesariamente.

Discusión / Conclusiones

El proceso de Extensión Universitaria se estableció bajo los reglamentos del departamento del DVC y el cual fue utilizado para la unificación de la información que se encontraba dispersa.

El sistema se implementó con las mejores prácticas de desarrollo de software que emplea el Departamento de Informática de la UTN tales como: Metodología RUP, Oracle 11g, Oracle Application Express APEX 4.2, Oracle BI, además se utilizó Oracle BI Publisher el cual sirvió para reflejar los datos en la herramienta de Apex y de esta forma se obtuvo los reportes.

Los reportes implementados en el sistema fueron realizados de acuerdo a los indicadores del CEAACES, con el Oracle BI Publisher se pudo extraer los datos modelarlos y presentar en una forma dinámica.

La implementación del Portafolio de Servicios mejoró el manejo de la información existente en la unidad de Extensión Universitaria basada en el proceso de la misma, esto ayudó a recopilar la información y reflejar mediante reportes basados en los indicadores del CEAACES facilitando al usuario determinado a utilizar el sistema un mejor manejo de la información mediante la interfaz gráfica de fácil uso.

Este sistema contiene un portafolio de servicios completos de recursos, actividades y tiempos de cada proyecto a efectos de mantener un control pormenorizado de cada uno de ellos; los datos debidamente procesados y transformados generan reportes dinámicos del proceso de extensión universitaria con una visión ejecutiva.

Referencias

- Bernardino, J., & Tereso, M. (2013). Business Intelligence Tools. En A. Madureira, C. Reis, & V. Marques (Eds.), *Computational Intelligence and Decision Making: Trends and Applications* (pp. 267-276). Dordrecht: Springer Netherlands. Recuperado a partir de http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-4722-7_25
- Duan, Y., Cao, G., One, V., & Woolley, M. (2013). Intelligent student engagement management : applying business intelligence in higher education. Recuperado a partir de <http://uobrep.openrepository.com/uobrep/handle/10547/308828>
- Guevara Vega, C. P., Ortega Andrade, S. M., Guevara Vega, V. A., & Quiña Mera, J. A. (2016). Business Intelligence aplicado a proceso de seguimiento de graduados de la Universidad Técnica del Norte.
- Harrison, R., Parker, A., Brosas, G., Chiong, R., & Tian, X. (2015). The role of technology in the management and exploitation of internal business intelligence. *Journal of Systems and Information Technology*, 17(3), 247-262. <https://doi.org/10.1108/JSIT-04-2015-0030>
- Marqués, M. P. (2014). *Business Intelligence. Técnicas, herramientas y aplicaciones* (Edición: 1). San Fernando de Henares, Madrid: RC Libros.
- Naranjo, I. (2016). *ORACLE APEX 5: DESARROLLO DE UN PROYECTO COMPLETO*.
- Roldán, D., & Valderas, P. (2013). *Domine Oracle 11g*. RA-MA S.A. Editorial y Publicaciones.
- Rusaneanu, A. (2013). Comparative Analysis of the Main Business Intelligence Solutions. *Informatica Economica*; Bucharest, 17(2), 148-156.



**SISTEMA DESKTOP ENVIRONMET UNA ALTERNATIVA PARA LA
GESTIÓN EN EL ÁREA DE CONSULTA EXTERNA.**

**DESKTOP ENVIRONMET SYSTEM A CHOICE FOR THE
MANAGEMENT IN THE EXTERNAL CARE.**

Orlen Araujo¹

Sergio Mieves¹

Danilo Arévalo¹

Jefferson Almeida¹

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión en El Carmen, Santo Domingo - Ecuador

orlenisma@hotmail.com

Resumen

La presente investigación se realizó en la institución Nova clínica Santa Anita de la Ciudad de Santo Domingo entre los años 2015 y 2016. Se constató que la institución posee diferentes secciones para la atención de salud, siendo la atención primaria la de mayor afluencia de pacientes. Para el diagnóstico de esta problemática se utilizaron las técnicas de investigación observación y revisión documental. La muestra obtenida es representada por 258 posibles pacientes atendidos en 15 días, esta es aleatoria y representativa. Mediante las técnicas de investigación se evidencia que los pacientes atendidos muestran insatisfacción por el retraso en la creación de la ficha del historial clínico por ser llevado de forma manual, esto retarda la atención que este debe recibir por parte de los profesionales de salud especializados. Esta problemática limita la comunicación fluida entre el área y los laboratorios que en ocasiones no realizan los exámenes por pérdida de solicitudes o por ilegibilidad de los requerimientos. Como alternativa de solución se desarrolla un sistema informático desktop environment que alineado a los estándares nacionales e internacionales propicia la digitalización de proceso de creación de fichas médicas del paciente y además facilita la gestión de la información clínica que se genera en el área de atención primaria. La propuesta logró determinar que el empleo del sistema informático agiliza el proceso de atención médica, se aumenta el número de pacientes atendidos en un 50% con la optimización del tiempo de atención lo que genera un alto nivel de satisfacción en el paciente y un impacto económico considerable.

Palabras Claves: *Sistema informático, digitalización, gestión, pacientes, atención primaria.*

Abstract

The present investigation was carried out at Nova Clínica Santa Anita of the City of Santo Domingo between years 2015 and 2016. It was verified that the institution has different sections for the health care, being the primary care the one of greater affluence of patients. For the diagnosis of this problem the techniques of research observation and documentary review were used. Statistical processing of the diagnostic results allowed us to recognize that the mean number of patients attended per day was 24, and were therefore used as a reference for the study. Patients treated show dissatisfaction with the delay in the creation of the record of the clinical history by being taken manually this in turn delays the care that this should receive by the specialized health professionals. This problem limits the smooth communication between the area and the laboratories that sometimes do not perform the tests for loss of applications or for illegibility of the requirements. As an alternative solution is developed a computer system desktop environment that aligned to national and international standards facilitates the digitization process of creating medical records of the patient and also facilitates the management of clinical information of the same that is generated in the area of care primary. The proposal would determine that the use of the computer system streamlines the healthcare process, generates a high level of patient satisfaction and a considerable economic impact.

Keywords: *Information System, digitalization, management, patients, primary care*

Introducción

La informática conocida como tal desde que Karl Steinbush acuñó el nombre en 1957, se ha centrado en el tratamiento de la información a través de medios computacionales, con el fin de facilitar el procesamiento de datos, por ello, CANDELA, (2011) la define como la ciencia que estudia, desarrolla y construye máquinas computacionales que a través de métodos procesen información de forma automatizada.

En este sentido la informática en la actualidad a logrado un impacto a nivel mundial, de acuerdo con SALVAT & SERRANO, (2011) se ha convertido en el factor decisivo no solo de una organización económica o individuo, también se vincula con las actividades sociales de ambos, es así, que la necesidad en la sociedad de manipular la información se ha visto potencializada, esto gracias a normativas estatales que buscan integrar diferentes sociedades para producir conocimiento y mejorar procesos a través de la automatización.

Cabe recalcar que el estudio de la informática ha dado vida a diferentes tipos software, de ellos el que mejor se adapta a una organización es el que BACA (2015) define como un software de aplicación, el cual se encuentra escrito y diseñado para resolver problemas concretos de una institución u organización, lo que da lugar al software a medida o vertical que resuelve a la situación problemática exclusiva de la empresa.

En base al estudio de la informática surgen los sistemas de información como una herramienta, que de acuerdo a HEREDERO, LÓPEZ , ROMO, & SALGADO (2012) posee un conjunto de recursos técnicos, humanos y económicos interrelacionados, esto permite que trabajen en conjunto para satisfacer las necesidades de información de una organización empresarial, con ello se lograra gestionar y adoptar la correcta toma de decisiones.

En base a lo antes mencionado surge la necesidad del tratamiento de la información en las instituciones prestadoras de servicios de la salud, BERNAD (2014) la define como la clave para procesar el conjunto de datos que se generan en el sistema sanitario, los mismos que aportan resultados en base a las actividades que realizan los actores dentro de una institución sanitaria.

En el Ecuador de acuerdo a las nuevas normativas constitucionales. Se garantiza el acceso a los servicios de la salud a través de convenios entre instituciones públicas y privadas. Existen diferentes empresas dedicadas a la prestación de este servicio y todas ellas se rigen a La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud para cumplir diferentes estándares de calidad y asistencia médica. Esto genera un problema en el control de las Historias Clínicas de los pacientes que se encuentran dentro o fuera del sistema integral de salud. Se dificulta el tratamiento eficaz de la información reduciendo su eficiencia como prestadores de la salud.

En la ciudad de Santo Domingo existen diferentes instituciones de salud pública y privada. Coordinadas buscan brindar un servicio de calidad con profesionales de excelencia y así cumplir los objetivos propuestos en la Ley Orgánica de Salud y Buen Vivir. Las instituciones destinan recursos para obtener un control de las Historias Clínicas de pacientes, acción que es deficiente al ser realizada en forma manual.

La institución Nova Clínica Santa Anita se encuentra dentro de la Red Integral de Salud. Se ha visto en la necesidad de diseñar un sistema informático que permita mantener el control de las Historias Clínicas en el área crítica de Consulta Externa. Esto agiliza los procesos que se llevan a cabo durante las atenciones médicas. Garantiza una prestación de servicios de calidad, basados en los objetivos y principios del Sistema Nacional de Salud

Método

Participantes

El presente estudio llevó a cabo en la institución Nova Clínica Santa Anita de la ciudad de Santo Domingo, empleando como campo de estudio el área de consulta externa de la institución, para ello. Se inició con un análisis diagnóstico de los procesos que se llevaban a cabo dentro del área. Se pudo determinar que existía una afluencia de 52 posibles pacientes dentro de la jornada laboral, dicho análisis se realizó por un periodo de 15 días con lo que se logró establecer un total de 780 pacientes potenciales, de los cuales se ha tomado como muestra 258 posibles pacientes. La muestra se considera aleatoria y representativa. Para determinar la muestra de investigación se aplicó la fórmula.

$$n = \frac{Z^2 N p q}{(N-1)e^2 + Z^2 p q}$$

Z = Valor de Intervalo de Confianza

N = Tamaño de Población

p = Porcentaje de proporción en la muestra

q = 1 - p

e = Margen de Error

Se analizaron como variable dependiente pacientes atendidos y tiempo de atención y como variable independiente el software de control de historias clínicas. El procesamiento de los datos se basó en la relación atención – tiempo y para ello se establecieron los parámetros de medición:

Antes del Sistema: 20 minutos x paciente.

Estimación del Sistema: 15 minutos x paciente.

Al implementar el Sistema: 10 minutos x paciente.

Materiales

El aplicativo se encuentra dividido en Administración, Control Médico, Laboratorio y Farmacia, que hacen alusión a los subprocesos que se ejecutan durante la atención médica del paciente. Con la utilización de estos módulos se logra crear el historial clínico de un paciente de forma rápida, incluso el profesional de la salud mediante el sistema conoce el orden de atención de cada paciente asignado y el medico puede solicitar de forma inmediata los exámenes de laboratorio o recetar los medicamentos necesarios. Este procedimiento agiliza la ejecución de las solicitudes e incrementa la interrelación de los subprocesos, sin la necesidad de que exista un archivo físico susceptible a daños.

A nivel nacional se aplican leyes y estándares para garantizar la calidad y el acceso a la salud, con este fin, se utilizan las clasificaciones promovidas por el WONCA (*World Organization of National College and Academic*). Estos estándares son reconocidos y promulgados por los entes rectores nacionales. Esto permite que el seguimiento al historial clínico de un paciente pueda ser realizado por cualquier profesional de la salud acreditado.

Instrumentos

Con el propósito de obtener información de las normativas institucionales y estatales se aplicó la ficha de revisión documental. Esto permitió definir los requerimientos prioritarios del sistema y así cumplir con las expectativas esperadas. La información adquirida con la revisión es complementada con la guía de observación, que permitió registrar cada uno de los acontecimientos que se suscitaban dentro del área, lo que permitió la comprensión de los procesos, para trazar mejores estrategias que incrementen el tránsito de la información.

Cabe mencionar que se aplicaron entrevistas a directivos, jefes de área, con la finalidad de obtener un criterio técnico y personalizado. Esto proporcionó una comprensión de procesos desde una perspectiva institucional, además de conocer las expectativas de innovación tecnológica que se desean obtener. Adicionalmente se emplearon encuestas a pacientes, acompañantes y personal operativo para conocer la predisposición ante el uso de un sistema informático.

Resultados y Discusión

El grafico XYZ da a conocer la implementación del sistema durante 15 días y se tomaron 17 pacientes atendidos por día dentro de una jornada laboral. El tiempo que tomaba procesar a los pacientes sin el uso de un sistema informático era de 5,66 horas. La estimación al implementar un sistema era realizar las atenciones en 4,25 horas para mostrar una optimización de tiempo en un 24,91%. Al implementar el sistema se logró procesar las atenciones en un lapso de 2,83 horas. Como resultado se logró optimizar el proceso de atención al reducir el tiempo en un 50%.

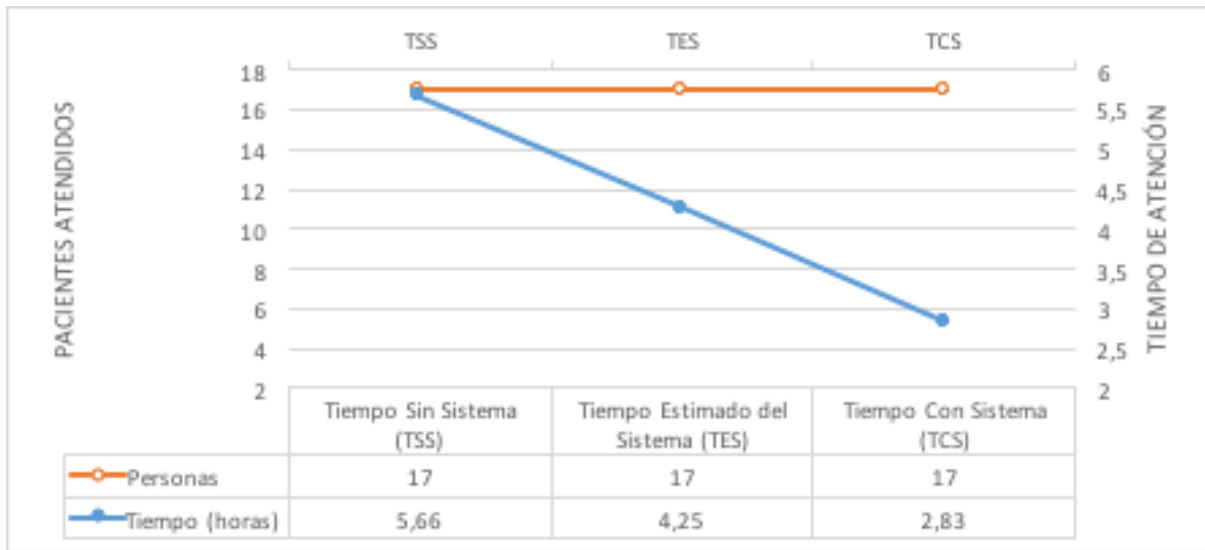


Figura 1. Reducción del tiempo con relación al número de atenciones tomadas como muestra.

Fuente: Autores

En base a la optimización del tiempo efectuado por el sistema informático. Se generan hasta 31 nuevas atenciones durante el tiempo restante de la jornada laboral. Esto supera al valor estimado de 15 atenciones al duplicar dicha cantidad. Anteriormente el número de atenciones realizadas sin la utilización del aplicativo llegaban a ser 7. Solo significan un 22,58% del total de nuevas atenciones que se adquieren al utilizar el sistema.

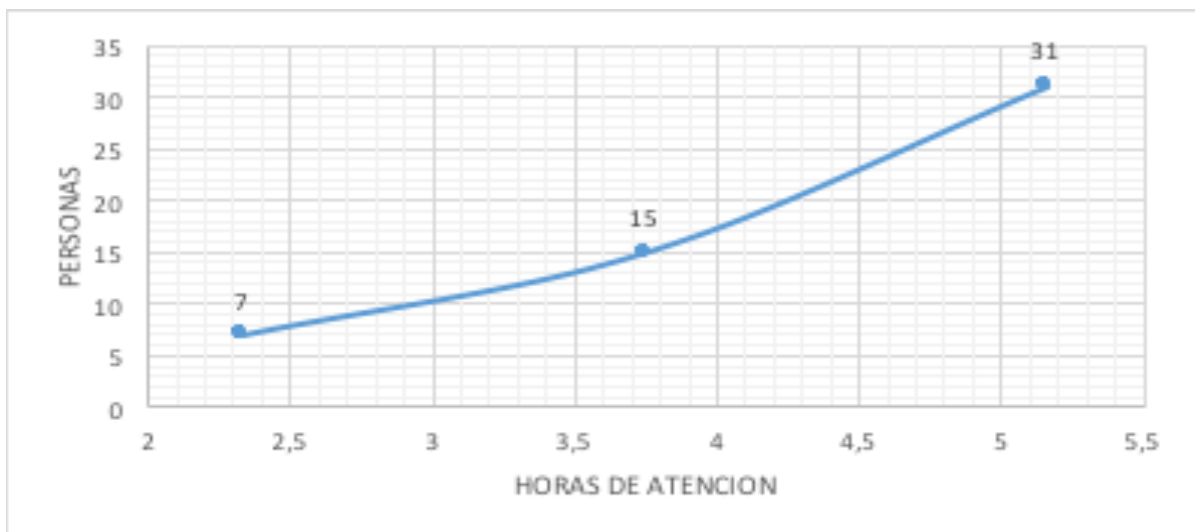


Figura 2. Eficiencia de la implementación del sistema

Fuente: Autores

La investigación realizada demostró que el uso de un sistema informático incremento los niveles de eficiencia lo que coincide con lo planteado por HEREDERO, et al., (2012). Esto se evidencia al optimizar el tiempo que se relaciona con el recurso humano, económico y tecnológico. Se manifiesta a través del sistema al generar diariamente 48 atenciones a pacientes. Según la muestra seleccionada, se logró reducir el tiempo de atención por paciente e incrementar el número de atenciones en un 50%. Cabe mencionar que el uso del software genero beneficios adyacentes como: facilitar la búsqueda de información clínica de cada paciente, comprensión del historial clínico por parte del equipo médico y la digitalización de la información que reduce el gastos y la necesidad del archivo de fichas clínicas.

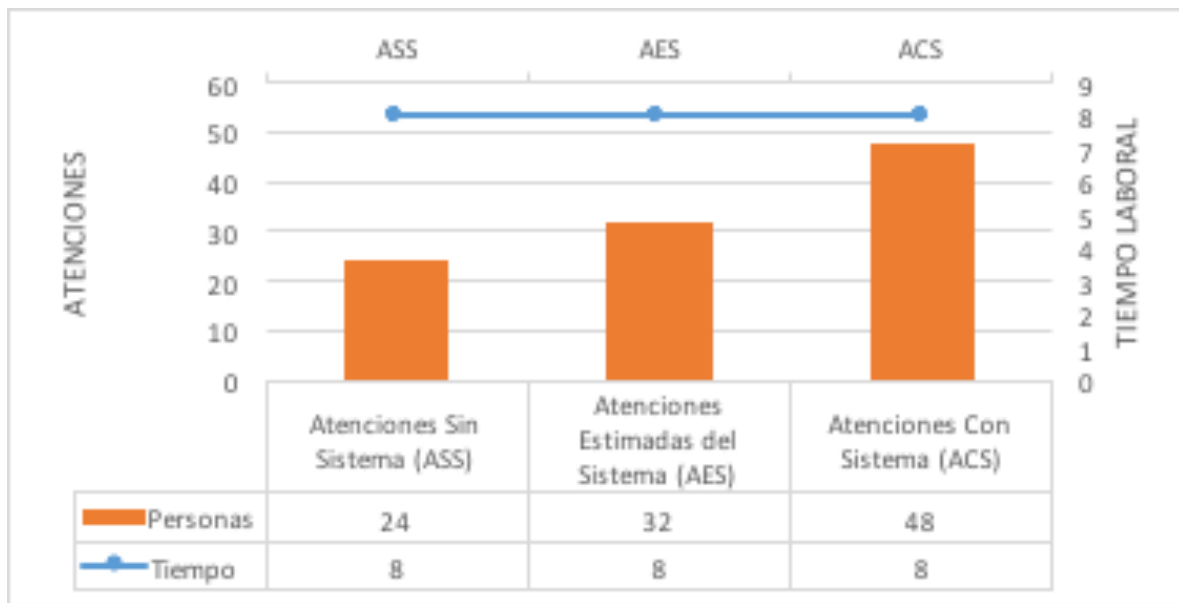


Figura 3. Incremento en el número de atenciones durante una jornada laboral

Fuente: Autores

Conclusiones

El excesivo tiempo de atención al generar el historial clínico en el área de consulta externa es el problema que aqueja a los prestadores de los servicios de la salud. Esta deficiencia se resuelve al implementar un sistema informático que reduce el tiempo al automatizar el proceso de creación del historial clínico del paciente.

La obligatoriedad de obtener información personal del paciente para cumplir con los estándares nacionales, ameritan un intervalo necesario para su registro lo que entorpece el proceso al llevarse de forma manual y tiene relación con el tiempo que el paciente debe esperar por la atención que el profesional de la salud brinda.

Con el estudio realizado se determina que el sistema informático aplicado al área de consulta externa influye en la reducción del tiempo de atención al automatizar los procesos de creación del historial clínico del paciente y a la vez incrementa el número de atenciones que la institución provee a la comunidad.

Referencias.

- BACA, G. (2015). *Proyectos de Sistemas de Información*. Mexico D.F: Grupo Editorial Patria.
- BERNAD, M. (2014). *Necesidades de información de los usuarios de Servicios Sanitarios de Atención Primaria de Salamanca*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- CANDELA, S. (2011). *Fundamentos de la Informática y Programación para Ingeniería*. Parainfo.
- HEREDERO, C., LÓPEZ, J., ROMO, S., & SALGADO, S. (2012). *Organización y transformación de los sistemas de información en la empresa*. Madrid: ESIC.
- PRIETO, D., & VADILLO, F. (2012). *Sistemas de información y gestión del conocimiento en la organización sanitaria*. Alicante: Club Universitario.
- SALVAT, G., & SERRANO, V. (2011). *La revolución digital y la sociedad de la información*. Zamora: Comunicacion Social.



PLATAFORMA VIRTUAL BASADA EN ESTÁNDARES DE LA INDUSTRIA DE SOFTWARE PARA FORMULAR, VALIDAR Y EVALUAR ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE PROGRAMAS EN LENGUAJES DE COMPUTADOR.

VIRTUAL PLATFORM BASED ON INDUSTRY SOFTWARE STANDARDS TO FORMULATE, VALIDATE AND EVALUATE PROGRAM DEVELOPMENT ACTIVITIES IN COMPUTER LANGUAGES

Juan Carlos Armas¹

Segundo Pusedá¹

¹Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, Ibarra, Ecuador

jcarmas@pucesi.edu.ec

Resumen

Para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje desarrollando competencias, habilidades y buenas prácticas es necesario un instrumento didáctico que permita formular, validar y evaluar tareas, trabajos y actividades realizadas en un lenguaje de programación, en vista que esos procedimientos no están claramente definidos por el docente y pueden prestarse a interpretaciones no adecuadas, tales como: error en el alcance de la funcionalidad del artefacto de software, validaciones inexactas y fuera de contexto, reglas de evaluación no pactadas con anterioridad, entre otras; convirtiéndose esto en el problema a enfrentar. El instrumento propuesto busca solventar esta carencia de tal manera que está estructurado aplicando la plantilla de caso de uso para especificación, casos de prueba unitaria para la validación y la evaluación a través de una rúbrica académica que refleje el modelo de calidad de software ISO 9126. La plataforma virtual está desarrollada en Lenguaje PHP v5.5.12, respaldada en un diseño de datos sobre MySQL v5.6.17 y disponible por medio del servidor web Apache v2.4.9. Puede ser instalada en un ambiente x64, las pruebas de implantación se realizaron en un escenario Ethernet 10/100/1000, Svr. WinServer 2008, Mozilla Firefox v42.0, siendo todas exitosas. Los logros a alcanzar con esta plataforma virtual se resumen en las capacidades que dispondrán tanto el docente como el estudiante, en la que el docente puede especificar de forma detallada, estricta y técnica una tarea o micro proyecto a los estudiantes completando un formato estándar de caso de uso, luego definiendo los casos de prueba unitaria y asociando la tarea con una rúbrica académica diseñada en función de las características de la Norma ISO 9126. El estudiante puede leer la tarea, conocer la especificación técnica exacta accediendo y revisando su cuenta personal, así también puede tomar una copia de la rúbrica asociada para ser evaluado posteriormente. También existe la especificación de pruebas unitarias como parte de la validación funcional del artefacto de software construido, permite además agregar documentación técnica relacionada. El docente es quien evalúa la tarea del estudiante en su propia rúbrica, lo cual permitirá acercar al estudiante a un entorno real de desarrollo, semejante a las fábricas de software; desarrollar sus competencias y capacidades y, al docente permitirá determinar claramente las reglas del juego respecto de las tareas y micro proyectos de lenguajes de programación.

Palabras clave: *Requisitos de software, programación, evaluación de software, rúbrica, didáctica.*

Abstract

In order to support the teaching-learning process by developing competencies, skills and good practices, a didactic instrument is necessary to formulate, validate and evaluate tasks, works and activities carried out in a programming language, since these procedures are not clearly defined by the teacher And may lend themselves to inappropriate interpretations, such as: error in the scope of functionality of the software artifact, inaccurate and out of context validation, evaluation rules not previously agreed upon, among others; this is the problem to solve. The proposed instrument seeks to solve this lack in such a way that it is structured by applying the Use Case template for specification, Unit Test Cases for validation and evaluation through an academic rubric that reflects the ISO 9126 software quality model. The virtual platform is developed in PHP Language v5.5.12, supported in a data design on MySQL v5.6.17 and served from Apache v2.4.9. It can be installed in an x64 environment, the implementation tests were performed in a 10/100/1000 Ethernet scenario, Svr. WinServer 2008, Mozilla Firefox v42.0, all being successful. The achievements to be reached with this virtual platform are summarized in the capacities that will be available both the teacher and the student, in the same the teacher can specify in detail, strict and technical a task or micro project to its students completing a standard format of case of use, then defining the unit test cases and associating the task with an academic rubric designed according to the characteristics of ISO 9126. The student instead can read the task, know the exact technical specification of the task by checking his account and take a copy of the associated rubric to be evaluated later, there is also the specification of unit tests as part of the functional validation of the software artifact built, it also allows to add related technical documentation. The teacher is the one who evaluates the student's task in his rubric copy. This will bring the student closer to a real development environment, similar to software factories; Develop their skills and abilities and, to the teacher, clearly determine the rules of the game regarding the tasks and micro projects of programming languages. The teacher is the one who evaluates the student's task in his own rubric, which will bring the student closer to a real development environment, similar to software factories; Develop their skills and abilities, and the teacher will clearly determine the rules of the game regarding the tasks and micro projects of programming languages.

Keywords: *Software requirements, programming, software evaluation, rubric, didactics.*

Introducción

Tradicionalmente las carreras de Ingeniería de Sistemas, Software o TICs han utilizado los micro proyectos y las tareas de programación como eje fundamental de la enseñanza aprendizaje de las técnicas de programación aplicada en lenguajes de programación, en la Escuela de Ingeniería de la PUCESI se ha determinado que la formulación de la tarea o micro proyecto por parte del docente no siempre es clara y tampoco utiliza técnicas, instrumentos o estándares, además no existen parámetros de validación de la funcionalidad del artefacto construido y tampoco están claras las reglas de la evaluación académica.

Como se mencionó, uno de los ejes transversales de la profesión de ingeniero de TI, Sistemas o Software es la programación en lenguajes de computador (Escuela de Ingeniería PUCE-SI, 2016). Esta competencia se desarrolla a través de todo el periodo que el estudiante cursa en las aulas universitarias, siendo en los primeros niveles donde se inicia su desarrollo mediante tareas, deberes, trabajos, micro proyectos o talleres (Carvajal, 2009), pero en varios casos se ha buscado que el estudiante aplique el razonamiento lógico sin tomar en cuenta otros aspectos inherentes tales como: la especificación técnica del artefacto, la validación y su evaluación como elemento pedagógico.

Es importante mencionar algunas implicaciones que se presentan cuando el estudiante interpreta el requerimiento de tarea del docente, por ejemplo: la exactitud de funcionalidad del artefacto (IEEE, 2015), el alcance y dominio de su validación funcional, sus características no funcionales (Abud Figueroa, 2014) y, cuáles son los parámetros de su evaluación académica. Esto no contribuye al desarrollo integral de la competencia de programación en lenguajes de computador, inclusive puede generar un estado de stress en el estudiante, convirtiéndose esto en el problema a solucionar.

Por otra parte, el docente que formula una tarea de lenguajes de programación debe plantearse un objetivo pedagógico que integre todas las habilidades, prácticas y procedimientos que ella puede cubrir, por ejemplo: la especificación del requisito en un formato estandarizado de caso de uso (Lharman, 2004), la generación de casos de prueba que permita validar el producto a su entrega o sustentación y una rúbrica académica (Alsina Masmitja, 2013) de evaluación orientada a productos de software, definitivamente, esto puede apoyar las competencias del estudiante y llevarlo a un ambiente de desarrollo más parecido a la realidad dentro de las aulas.

La Figura 1 puede esquematizar de cierta forma el problema de la interpretación de requerimiento de producto de software, por consecuencia, su validación y, en el ámbito académico, la dificultad que esto genera para evaluar un producto que no responde a lo solicitado.

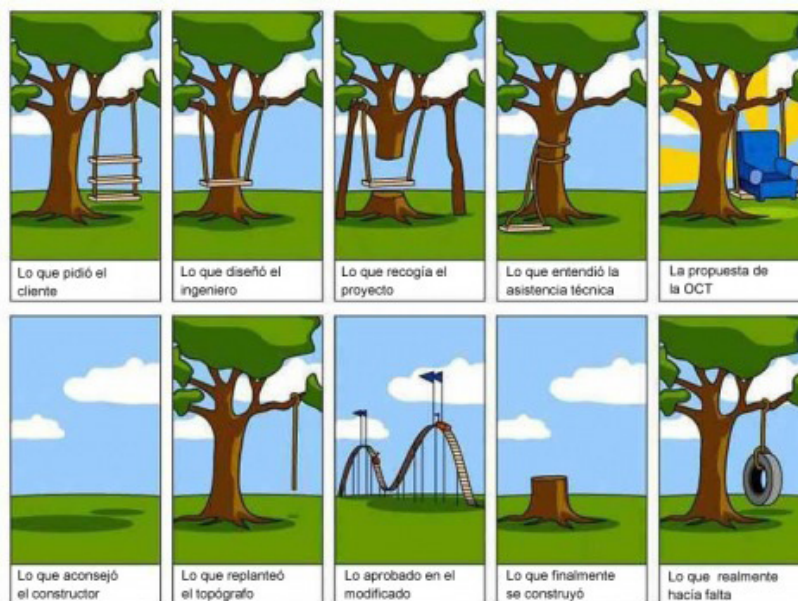


Figura 1: Visión de software
Fuente: (Novo, 2012)

Lo expuesto puede conllevar algunos aspectos no favorables en las habilidades, costumbres y definitivamente puede afectar las competencias técnicas del futuro profesional en vista que solo desarrolla el razonamiento lógico, el conocimiento del lenguaje y la herramienta de desarrollo, pero se deja de lado algunos requerimientos de la demanda laboral como la documentación, el apego a normativas estandarizadas, el ciclo de vida de software aspectos fundamentales en el desarrollo de software según (Pressman, 2007), así también se deja de lado la validación de las funcionalidades del software y la implicación de los requisitos no funcionales (Sommerville, 2005). Esto sin mencionar que los docentes de niveles superiores deben re enseñar el procedimiento de creación de artefactos de software desde la perspectiva de producto de ingeniería.

El objetivo central de esta investigación es diseñar e implantar una plataforma virtual para formular, validar y evaluar trabajos o actividades de programación en lenguajes de programación, el plan piloto fue aplicado con los estudiantes de la **Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI)** y ha permitido apoyar al desarrollo de las competencias profesionales del área garantizando la calidad de los productos de software creados por los estudiantes.

Metodología

La investigación realizada se clasifica como descriptiva, aplicada y tecnológica; la construcción de la plataforma virtual obedece al desarrollo intensivo de software y al ciclo de vida de desarrollo de software fundamentada en la descripción de la base teórica que soporta el producto final.

Al ser un producto orientado a la Escuela Ingeniería de la PUCESI, la población se describe en la Tabla 1.

Descripción	Cantidad
Docentes de materias de Programación	6
Estudiantes en el periodo Marzo – Agosto 2015	94
Total	100

Tabla 1: Población Escuela de Ingeniería de la PUCESI

Fuente: Distributivo de docentes y Registro de Estudiantes matriculados de la Escuela de Ingeniería de la PUCESI

Debido al tamaño de la población no se determina la muestra ya que los instrumentos de recopilación de datos se aplicaron a toda la población, siendo estos: la entrevista, la encuesta y la lectura comprensiva de la documentación académica reglamentaria de la Escuela de Ingeniería de la PUCESI. En este sentido, se aplicó la técnica de la entrevista, la encuesta y la lectura comprensiva. El proceso de recolección de información se realizó en el periodo mayo a julio de 2015.

La Tabla 2 describe los elementos que se utilizaron en el desarrollo de la plataforma virtual:

Herramientas
Computador
Impresora de inyección
Servidor de datos: MySQL v5.6.17.
Lenguaje de Negocios: PHP v5.5.12.
Web server: Apache v2.4.9.
Framework desarrollo: PHPRunner Enterprise v6.2 Build 14199.
Suite Diseño BDD / Documentación: Sybase Power Designer Shell v16 x32, Bizagi Modeler v2.5.11 x32 June/14/2013.
Suite Gestión BDD: SQLYog Ultimate MySQL GUI v9.63 2012.

Tabla 2: Listado de elementos utilizados en el desarrollo de la plataforma virtual

Fuente: Elaboración de autores.

Resultados

Se ha construido el marco teórico de la investigación sustentada en una serie de estándares de la industria del software, bibliografía seleccionada de autores reconocidos en dicha industria junto con el análisis y la perspectiva de los autores.

Se realizó el diagnóstico en la población buscando determinar el problema y su pertinencia para que sirvan de guía en la elaboración de la propuesta de la solución de software.

En función del problema se inicia el ciclo de vida de desarrollo de software, se obtiene la historia de usuario que determina la especificación de requisitos, tanto de sistemas como de software, ambos bajo las normativas IEEE 1362 e IEEE 830. En lo referente al diseño, se detalla el proceso con notación BPMN se aplica el Modelo de Krutchen para definir las vistas del producto en notación UML, el modelo de datos es relacional en 3NF y el detalle de las funcionalidades en formularios basados en la plantilla de caso de uso de Craig Lharman. El producto se implementa aplicando prácticas de programación extrema y pruebas unitarias y modulares.

Se elabora una referencia operativa como guía para el usuario Administrador, Docente y Estudiante, cabe mencionar que la guía es intuitiva en vista que la arquitectura de la plataforma virtual obedece al modelo vista controlador MVC, lo que permite que es guiada por los roles de cada usuario en este caso.

Se realiza el análisis prospectivo de impactos en función de los proyectados en el plan original del proyecto, el resultado se muestra en la Tabla 3.

Impacto	Valoración	Calificación
Educativo	2.83	Alto positivo
Tecnológico	2.60	Alto positivo
Social	2.67	Alto positivo
General	3.00	Alto positivo

Tabla 3: Resumen del Análisis de Impactos del proyecto

Fuente: Elaboración de autores.

En resumen, en este apartado se puede mencionar que los resultados son los siguientes:

- Marco teórico de sustento de la investigación.
- Diagnóstico situacional, determinación del problema y pertinencia de solución.
- Historia de Usuario como referencia del procedimiento operativo a seguir con la herramienta virtual para formular, desarrollar y evaluar trabajos de lenguajes de programación para la Escuela de Ingeniería de la PUCESI.
- La herramienta virtual aplicado los fundamentos de ingeniería la ingeniería de software.
- El análisis prospectivo de impactos.
- Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones

- En la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la PUCE-SI no se apoya el proceso de enseñanza de Lenguajes de Programación con ninguna herramienta o instrumento didáctico que permita especificar, validar y evaluar tareas, trabajos o deberes de esas materias, por lo que esta nueva aplicación brinda nuevas especificaciones para validar las actividades aplicando estándares de la ingeniería de software.
- Por medio de la elaboración de esta aplicación se ha dejado atrás la forma tradicional de especificar, validar y evaluar tareas o trabajos de lenguajes de programación ya que apoya al desarrollo de las destrezas y competencias de desarrollo de software.

- El instrumento didáctico desarrollado en esta investigación puede aportar de forma importante en el desarrollo de destrezas adicionales que permitan introducir al estudiante de ingeniería de sistemas de la PUCE-SI en el desarrollo de software directamente.
- La validación de los trabajos de lenguajes de programación es clara y se basa en casos de prueba que el mismo docente entrega a los estudiantes, mejorando la madurez del producto y su especificidad.
- La evaluación del producto de tareas de lenguajes de programación es posible realizarla mediante una rúbrica académica y aplicando como indicadores las características de un modelo de calidad básico.
- El instrumento permitirá guardar las evidencias de las tareas, trabajos o deberes de lenguajes de programación para eventualidades de recalificación, las evidencias ayudarán a desarrollar conocimientos de documentación de software.
- La evaluación del producto de programación dejaría de ser subjetiva y pasaría a ser cuantitativa, traduciéndose esto en conformidad de las partes involucradas en el proceso evaluativo.

Agradecimientos

Es importante brindar un fraterno agradecimiento a la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra por facilitar la información necesaria para la elaboración de este trabajo de investigación, así también a los estudiantes por su valiosa colaboración, aporte con ideas, críticas y sugerencias en bien del desarrollo exitoso de este trabajo.

Referencias

- Abud Figueroa, M. A. (2014). *Calidad en la Industria del software. La Norma ISO 9126*. México D.F.
- Alsina Masmitja, P. (2013). *Rúbricas para la evaluación de competencias*. Barcelona: Octaedro.
- Carvajal, M. (2009). *La Didáctica*. Fundación Academia de Dibujo Profesional.
- ESCUELA DE INGENIERÍA DE LA PUCE-SI. (s.f. de s.f. de s.f.). *www.pucesi.edu.ec*. Recuperado el 12 de noviembre de 2015, de [www.pucesi.edu.ec/web/](http://www.pucesi.edu.ec/web/?page_id=247): http://www.pucesi.edu.ec/web/?page_id=247
- Escuela de Ingeniería PUCE-SI. (2016). *PUCESI*. Recuperado el 31 de Enero de 2017, de http://www.pucesi.edu.ec/web/?page_id=247
- IEEE. (n.e. de n.e. de 2015). *www.ieee.org*. Recuperado el 13 de noviembre de 2015, de standards.ieee.org/findstds/standard/830-1998.html: <https://standards.ieee.org/findstds/standard/830-1998.html>
- LHARMAN, C. (2003). *UML Y PATRONES, Una introduccion al analisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado*. Madrid: PEARSON EDUCACION.
- Lharman, C. (2004). *Applyin UML and patterns*. New Jersey: Prentice HALL.
- Novo, J. (1 de marzo de 2012). *ETI Developer Notes*. Recuperado el 19 de junio de 2017, de <http://etldevelopernotes.blogspot.com/2012/03/what-customer-needed.html>
- Pressman, R. (2007). *Ingeniería del Software: un enfoque práctico*. Madrid, España: McGrawHill.
- Sommerville, I. (2005). *INGENIERIA DEL SOFTWARE*. Madrid: PEARSON Addison Wesley.



| 23

LA INTEGRACIÓN CONTINUA CON AUTOMATIZACIÓN DE PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.

Nelson Chantre

Wilson Vélez

Fundacion Universitaria de Popayán - Colombia

nelsonfabiancs@hotmail.com

Resumen. DevOps es un conjunto de prácticas que intentan reducir las brechas entre los desarrolladores y la operación, abarcando los aspectos que requieran velocidad, optimización y alta calidad para la entrega de software, buscando la automatización de los procesos inherentes al desarrollo de software como el versionamiento del código desarrollado, la integración de las funcionalidades construidas por diferentes miembros del equipo, la validación del código y la ejecución de pruebas unitarias y de aceptación, En este marco la Integración Continua ofrece un esquema que permite realizar integraciones a medida que se lleva a cabo el desarrollo generando incrementos pequeños y mostrando los resultados obtenidos. En este sentido el presente trabajo plantea un modelo de referencia cuya finalidad es construir unas soluciones open source que implementa la Integración Continua, y permite evaluar los beneficios que aporta al proceso de desarrollo de software.

Palabras clave: *Automatización de Pruebas, Desarrollo de Software, Despliegue Continuo, DevOps, Integración Continua.*

Introducción.

El desarrollo de proyectos de software de grandes dimensiones implica la participación de grupos de trabajadores desarrollando código o documentación bajo entornos de trabajo comunes. El trabajo desarrollado por cada uno se realiza de forma independiente en un entorno local, lo que supone una posterior unión de las partes elaboradas. Esta integración no suele ser trivial y presenta numerosos conflictos relacionados con las versiones de las herramientas utilizadas, discrepancias en el código y pérdida de versiones de documentos entre otras, convirtiendo el proceso de integración y pruebas en una tarea larga y tediosa. La automatización de estos procesos de integración se puede lograr aplicando el concepto de DevOps (Ebert, Gallardo, Hernantes, & Serrano, 2016), donde se obtiene provecho de la integración continua, la automatización de pruebas y el despliegue continuo. La integración continua es un proceso automático de desarrollo software que consiste en el seguimiento diario del proyecto integración periódica del código para capturar los errores lo antes posible y corregirlos en su inmediatez, así como mantener informados a los miembros implicados en el desarrollo en todo momento (Fowler, 2006). Todo esto con el fin de conseguir un código de calidad en el menor tiempo posible y evitar costes en el desarrollo como en la labor de los desarrolladores.

A continuación se presentan los fundamentos teóricos implementados en la propuesta, seguidos del planteamiento del modelo propuesto, donde se describe el modelo de forma detallada, así como la arquitectura implementada y las herramientas que lo hacen posible, posteriormente se describe la implementación del modelo sobre una aplicación construida con el lenguaje Python y por último la sección de discusión y trabajo futuro.

Fundamentos teóricos.

Automatización de pruebas (TA - Test Automation)... Práctica de la ingeniería de software que busca automatizar todos los casos de pruebas para ser ejecutados validando el correcto funcionamiento del producto de software después de realizado los cambios, con automatización de los principales casos de prueba habilitando el paso de los cambios generados al software a un ambiente productivo, siendo parte fundamental de un proceso de despliegue continuo (Virmani, 2015/2015).

Despliegue Continuo. (CD - Continuous Deployment)... Es un proceso de software que se enfoca en la entrega rápida de cambios de software a los usuarios finales de forma automática; es decir que lleva los cambios del software a producción tan rápido como estén listos (Humble Jez

& Farley David, 2011), de tal manera que genera un cambio de paradigma en la entrega de software, pues debe ser siempre de alta calidad. El despliegue continuo es el corazón de DevOps siendo una pieza crítica en la optimización de entrega de productos de software (Virmani, 2015/2015).

DevOps. DevOps es la integración de dos mundos en la operación; utilizando desarrollo, despliegue automatizado y monitoreo de infraestructura. Este enfoque ayuda a la entrega de valor de manera más rápida y continua, reduciendo los problemas que se ocasionan por la falta de comunicación entre

los miembros del equipo, acelerando la resolución de problemas. Para la entrega de calidad en tiempos de liberación cortos es necesario un alto grado de automatización. Por lo que es muy importante una correcta elección de las herramientas de automatización para el entorno o proyecto específico (Ebert, Gallardo, Hernantes, & Serrano, 2016). DevOps es un conjunto de prácticas que intentan reducir la brecha entre los desarrolladores y la operación, pero no se limita solo a estos dos, sino que puede cubrir todos los aspectos donde se requiera velocidad, optimización y alta calidad para la entrega de software (Virmani, 2015/2015).

Entrega continua (CD - Continuous Delivery). Es un enfoque de desarrollo de software que le permite a las compañías desarrollar, probar y lanzar software en cortos ciclos de desarrollo, permitiendo una rápida validación y realimentación por parte de los usuarios, lo cual emplea la automatización de pruebas y la integración continua (Dunne, Malone, & Flood, 2015), esta entrega de software puede producirse en cualquier momento lo que hace la diferencia con el proceso de despliegue continuo (Fowler, 2006).

Integración continua (CI - Continuous Integration). Esta es una práctica donde los miembros del equipo de desarrollo de software integran el trabajo realizado de manera frecuente, donde cada integración es verificada por una construcción automática con el objetivo de encontrar errores tan rápido como sea posible. La integración continua, es originalmente una de las once prácticas del proceso de desarrollo Extreme Programming, donde se automatiza la compilación, la construcción y automatización de pruebas (Fowler, 2006). Sin embargo el concepto fue introducido inicialmente en 1991 por Grady Booch (Hilton, Tunnell, Huang, Marinov, & Dig, 2016). Este concepto fue implementado en el 2001 por Fowler con el CruiseControl, el cual es el primer sistema de CI (Hilton et al., 2016), en la actualidad existen diferentes sistemas de CI entre los cuales podemos encontrar Jenkins (–Jenkins, 2016c), Travis CI (Travis CI, 2016) y Microsoft Team Foundation Server (TFS) (Ovhal, 2016).

MODELO PROPUESTO.

Arquitectura del modelo propuesto.

En la imagen 1, se detalla la arquitectura del modelo propuesto, el cual implementa un servidor de control de versionamiento y un servidor de integración continua con el objetivo de automatizar los procesos de desarrollo de software.

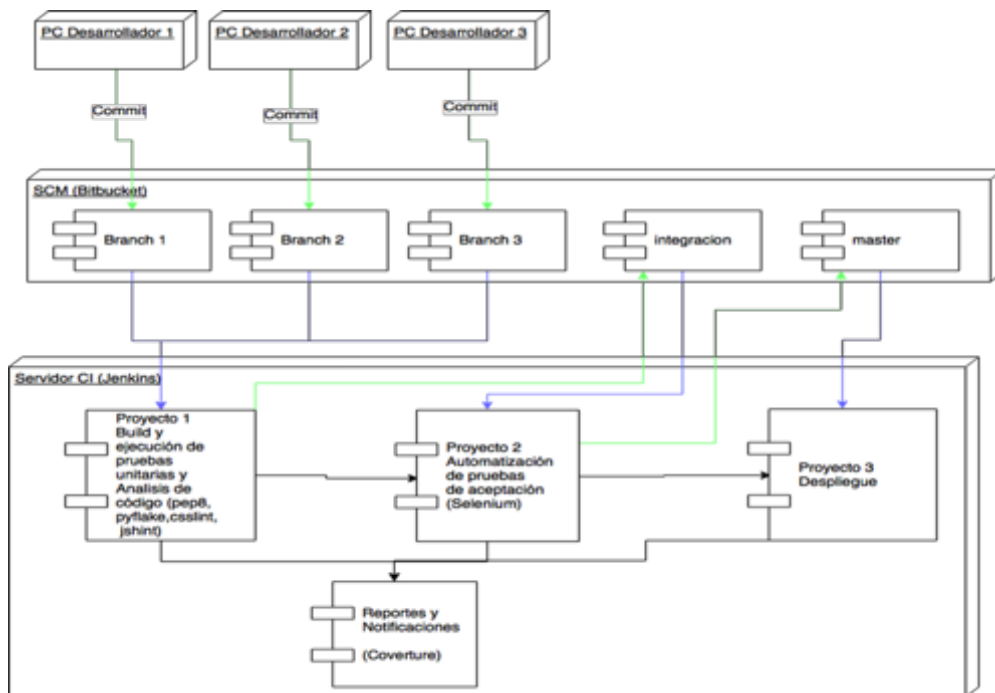


Figura 1. Arquitectura modelo propuesto

Para esta arquitectura se hace necesario el uso de las siguientes herramientas:

1. **SCM** (Source Control Management): Sistemas de control de código fuente, son utilizados para permitir el trabajo colaborativo entre los miembros del equipo de desarrollo, además de proporcionar la posibilidad de trabajar de forma concurrente sobre archivos, esto se realiza sobre ramas diferentes que pueden o no converger en algún momento. Cuando se realiza la mezcla de los cambios en un documento con los cambios realizados por otros desarrolladores, permite rastrear y auditar los cambios que fueron, así como tener un estado del ajuste a los fallos encontrados (Garvin, 2007). - Bitbucket: Bitbucket es un servicio de alojamiento de código fuente basado en la web para proyectos que utilizan el sistema de control de versiones Mercurial o Git. Lanzado en el año 2008 por la empresa Atlassian Software, escrito en Python mediante el framework web Django. Bitbucket ofrece cuentas gratuitas y comerciales. Las gratuitas cuentan con número ilimitado de repositorios privados, pero sólo cinco usuarios, con la opción de llegar a un total de 8 usuarios. Entre sus características más llamativas están su integración con Jira, el cual es un bug tracking system de la compañía Atlassian. También permite controlar las actividades por branch, agregar keys de Google Analytics y seguir otros repositorios mediante la opción watch. Cuenta con un cliente gratuito para Windows y Mac llamado SourceTree (Atlassian, 2016).
2. **Jenkins**: Jenkins es una herramienta de integración continua de código abierto escrita en Java. El proyecto fue bifurcado de Hudson después de una disputa con Oracle. Jenkins proporciona servicios de integración continua para desarrollo de software. Es un sistema basado en servidor que se ejecuta en un contenedor de Servlets como Tomcat de Apache. Jenkins es una herramienta, multiplataforma de integración continua que permite el incremento en la productividad (-Jenkins, 2016c).

Características:

- Puede proporcionar el conjunto de cambios realizado en un commit al repositorio de control de versiones
 - Proporciona enlaces permanentes para poder ser utilizados en otras herramientas
 - Tiene notificaciones por RSS, correo Electrónico y mensajería instantánea, informes de las pruebas JUnit y TestiNG
 - Puede distribuir las compilaciones y pruebas entre varias máquinas
 - permite agregar diferentes clases de plugins para las diversas tareas en el desarrollo
3. **Coverage**: Es una herramienta para medir la cobertura del código en los programas. Monitorea el programa y notifica que partes del código han sido ejecutadas, además analiza los fuentes para identificar el código que falló su ejecución y que no fue ejecutado (Ned, 2016; -Usar cobertura de código para determinar la cantidad de código que se está probando, 2016).
 4. **Selenium**: Es un conjunto de herramientas que se enfocan en soportar la automatización de pruebas, donde la suite completa de Selenium ofrece una gama amplia de funcionalidades específicas para las necesidades de aplicaciones web de todo tipo. Selenium apareció por primera vez en 2004 y fue escrita por Jason Huggins, con el objetivo de ahorrar tiempo al realizar pruebas de forma periódica a medida que avanzaba en la codificación de una aplicación, esta primera versión fue escrita en javascript, permitiendo la ejecución de las pruebas en diferentes navegadores, esta librería en javascript posteriormente se convertiría en el Selenium Core. En el 2006 Simon Stewart, un ingeniero de Google (donde se utilizaba de forma recurrente Selenium), desarrolló un proyecto llamado WebDriver, sin embargo las pruebas estaban siendo afectadas por las limitaciones de Selenium, por lo que ideó una herramienta que permitiera operar el navegador de forma nativa desde el sistema operativo, evitando las restricciones de javascript, este proyecto empezó buscando resolver estas limitaciones de Selenium. En 2008 se dió la unión de Selenium con WebDriver, pues Selenium contaba con la comunidad y el soporte comercial, mientras WebDriver era la herramienta del futuro (-Selenium Documentation Selenium Project, 2016).

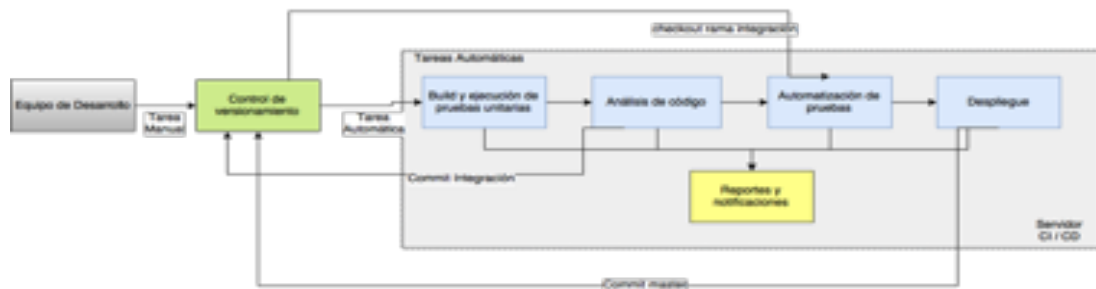


Figura 2. Modelo DevOps propuesto

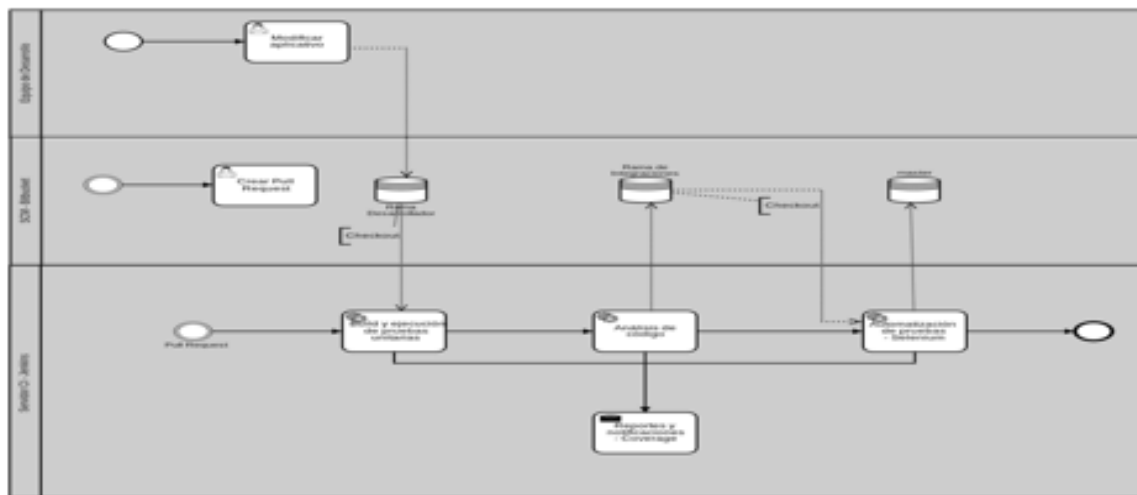


Figura 3. Proceso DevOps detallado

En el modelo de DevOps propuesto, el equipo de desarrollo realiza las modificaciones al aplicativo y sincroniza los cambios con el servidor SCM (Source Control Management) de manera manual, en donde se crea un pull request con el objetivo de lanzar un evento en el servidor de CI / CD para que inicie con el proceso automático de build y ejecución de pruebas unitarias, así como el análisis de código fuente, una vez se ejecuten estas validaciones, se sincroniza el código en la rama de integraciones, desde donde se realizará el checkout en el proceso que ejecuta las pruebas de aceptación automatizadas, una vez superada las pruebas de aceptación, se sincroniza el código con la rama master, dejando el código listo para su salida a producción. En la imagen 1 se muestra el modelo planteado, mientras que en la imagen 2 se establece el proceso detallado en BPMN.

Implementación.

A continuación se describe la implementación del modelo propuesto para la automatización de los procesos relacionados con el desarrollo de software como son la sincronización del trabajo realizado, la ejecución de pruebas y el despliegue, el cual fue probado sobre una aplicación construida en Python (Python Software Foundation, 2016c) mediante el framework Django (Django Software Foundation, 2016), que permite la creación y aprobación de anteproyectos de pregrado, para su posterior evaluación y constitución como proyecto, desarrollo por el Centro de Desarrollo de la Universidad del Valle (CEDESOF) (Universidad del Valle, 2016). El aplicativo se ejecuta sobre un ambiente virtualizado utilizando virtualenv (Kenneth, 2016) utilizando python versión 3.

Para la implementación del modelo DevOps es necesario la configuración del servidor de integraciones Jenkins, así como el componente django-jenkins, por la naturaleza del aplicativo con el cual se realizan las validaciones. Es necesario configurar Jenkins en el aplicativo, modificando el archivo settings.py para adicionar las tareas Jenkins que se deben ejecutar (JENKINS_TASKS). En esta propuesta se cuenta con validaciones de código automático, siendo necesaria la instalación de pep8 (Python Software Foundation, 2016a) y

pyflakes (Python Software Foundation, 2016b) para la verificación de sintaxis, jshint (Kovalyov, 2016) para la validación de javascript, csslint (Sullivan & Zakas, 2016) para css. En la configuración de la aplicación (archivo settings.py) es necesario establecer cuáles son los proyectos sobre los cuales se aplicará la ejecución de las tareas Jenkins (PROJECT_APPS). Una vez instalado Jenkins (la instalación de Jenkins se puede encontrar en (–Jenkins, 2016c) en la sección documentación), se seleccionaron los plugins que facilitaron la construcción del proceso CI, entre los que encontramos: Bitbucket Approve Plugin, Bitbucket Branch Source Plugin, Bitbucket OAuth Plugin, Bitbucket Plugin, Bitbucket Pullrequest Builder Plugin, Cobertura Plugin, Credentials Plugin, Git client plugin, Git client plugin, JUnit Plugin, Mercurial plugin, Violation Comments to Bitbucket Server Plugin, Violations plugin.

El proceso está compuesto por tres proyectos: El primero se configuró para responder a un Pullrequest sobre el servidor de control de versionamiento (en este proceso Bitbucket (Atlassian, 2016) sobre una rama de desarrollo, la cual toma y realiza checkout en el servidor Jenkins para generar un build y aplicar pruebas unitarias, así como realizar las validaciones de código por medio de pep8, pyflakes, jshint, csslint, si no se produce ningún error, se aprueba el build y se realiza el merge con la rama de integraciones, la cual se definió para contener los cambios realizados por los diferentes desarrolladores. En este proceso se utiliza cobertura para la generación de reportes. El segundo proyecto se configuró para que se ejecutará inmediatamente después que se haya ejecutado y aprobado el build del proyecto 1 (se configura el pipeline del proceso), en este caso se realiza checkout a los fuentes que se encuentran en la rama integraciones para aplicar las pruebas de aceptación que han sido construidas por medio de Selenium (— Selenium - Web Browser Automation, 2016); se utilizó el plugin de Selenium para Mozilla Firefox para crear los casos de prueba que serán ejecutados, una vez las pruebas sean correctas, se aprueba el build y se realiza el merge a la rama master, dejando el código validado y probado mediante pruebas de aceptación y todo de forma automática, listo para su despliegue en un ambiente productivo. El proyecto tres se configura para tomar el código que se encuentra en la rama master del repositorio para llevarlo a un ambiente productivo, este proyecto se ejecuta inmediatamente después de haberse ejecutado y aprobado el segundo proyecto.



Figura 4. Pipeline del proceso DevOps

A continuación se muestra el pipeline generado para la ejecución del proceso, a partir de los proyectos descritos.

Por medio de esta vista se puede observar la ejecución de cada uno de los proyectos en tiempo real, así como el build correspondiente en cada uno de ellos. Esta vista se obtiene con la utilización del plugin de Jenkins Build Pipeline, donde se especifica el proyecto que inicia el proceso (Jenkins, 2016a); para el caso de la imagen 4 es el proyecto Pruebas- CI, la secuencia de ejecución para los proyectos siguientes se define en la configuración interna de cada proyecto, donde se establece para cada uno su predecesor, así como la condición para continuar el proceso, para este caso es la ejecución exitosa del predecesor.

Conclusión

Con la ejecución del pipeline definido se logró evidenciar la automatización del proceso propuesto, donde se realiza la generación automática del build, ejecución de pruebas unitarias, validación de sintaxis, sincronización de fuentes en una sola rama dentro del repositorio de versionamiento, así como la ejecución de pruebas de aceptación automáticas construidas en Selenium. La ejecución del proceso completo se puede determinar, configurando el rango de tiempo que se desee, una vez se inició, busca en el repositorio si existen cambios que deban ser analizados y probados para su posterior despliegue en un ambiente productivo. Estos cambios deben ser sincronizados de forma manual en la rama de desarrollo de cada uno de los miembros del equipo, para lo cual el pipeline debe configurarse para que trabaje sobre estas ramas de desarrollo para iniciar su proceso. Para la visualización de los cambios que se están realizando en el build, se utilizó el plugin de Jenkins –Delivery Pipeline, sobre el cual se puede configurar la información que se desea visualizar (Jenkins, 2016b).

En la imagen 5 se presenta la visualización del proceso utilizando este plugin, permitiendo conocer los cambios que hacen parte del build y que serán procesados de forma automática por el pipeline. Durante la ejecución de las pruebas unitarias se evidenciaron algunos inconvenientes que ocurren cuando falla la destrucción de la base de datos de pruebas que levanta de forma automática el ambiente, a causa de ello, la siguiente ejecución de pruebas unitarias no se ejecutaba, indicando que la base de datos que estaba tratando de levantar ya existía ocasionando que el proceso completo falle. Se propone como trabajo futuro el control de excepciones resultantes en la ejecución de una tarea determinada que pueda afectar la continuidad del pipeline, como las mencionadas anteriormente en el alistamiento del ambiente de ejecución de pruebas unitarias, de tal manera que pueda controlar la excepción y dar continuidad al proceso. Por otro lado puede ser necesario implementar un control manual sobre los cambios que se deben sincronizar con la rama master, dependiendo de las funcionalidades que se deseen desplegar en el ambiente productivo. Así mismo la revisión de un ambiente de despliegue en un servidor remoto, el cual podrá ser aprovisionado en el mismo trabajo que realiza el despliegue, por lo que se pueden utilizar herramientas como Docker (Docker inc, 2016) y Vagrant (Hashicorp Project, 2016) para realizar este aprovisionamiento.

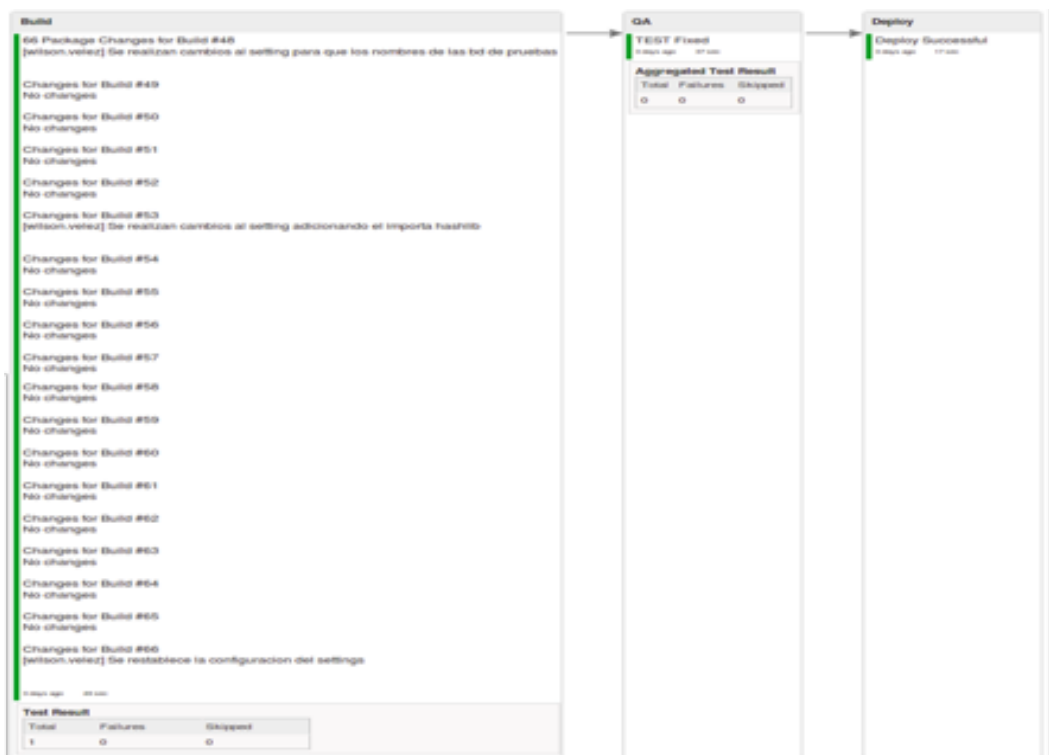


Figura 5. Vista del proceso DevOps.

Bibliografía.

Atlassian. (2016). Bitbucket | The Git solution for professional teams. Retrieved December 1, 2016, from <https://bitbucket.org>

Django Software Foundation. (2016). The Web framework for perfectionists with deadlines | Django. Retrieved December 1, 2016, from <https://www.djangoproject.com/>

Docker inc. (2016). Docker. Retrieved December 13, 2016, from <https://www.docker.com/>

Dunne, J., Malone, D., & Flood, J. (2015). Social testing: A framework to support adoption of continuous delivery by small medium enterprises. In 2015 Second International Conference on Computer Science, Computer Engineering, and Social Media (CSCESM) (pp. 49–54). <https://doi.org/10.1109/CSCESM.2015.7331827>

Ebert, C., Gallardo, G., Hernantes, J., & Serrano, N. (2016). DevOps. IEEE Software, 33, 94–100. <https://doi.org/10.1109/MS.2016.68>

- Fowler, M. (2006). Continuous Integration. Retrieved from http://www.dccia.ua.es/dccia/inf/asignaturas/MADS/2013-14/lecturas/10_Fowler_Continuous_Integration.pdf
- Garvin, J. (2007, June 22). Source Code Management Systems: Trends, Analysis and Best Features. Retrieved December 2, 2016, from <http://www.cio.com/article/2438652/developer/source-code-management-systems-trends-analysis-and-best-features.html>
- Hashicorp Project. (2016). Vagrant by HashiCorp. Retrieved December 13, 2016, from <https://www.vagrantup.com/>
- Hilton, M., Tunnell, T., Huang, K., Marinov, D., & Dig, D. (2016). Usage, Costs, and Benefits of Continuous Integration in Open-Source Projects.
- Humble Jez, & Farley David. (2011). Continuous Delivery (p. 497). Pearson Education, Inc. Retrieved from <http://www.johnchukwuma.com/training/ContinuousDelivery.pdf>
- Jenkins. (2016a). Build Pipeline Plugin - Jenkins - Jenkins Wiki. Retrieved December 13, 2016, from <https://wiki.jenkins-ci.org/display/JENKINS/Build+Pipeline+Plugin>
- Jenkins. (2016b). Delivery Pipeline Plugin - Jenkins - Jenkins Wiki. Retrieved December 13, 2016, from <https://wiki.jenkins-ci.org/display/JENKINS/Delivery+Pipeline+Plugin>
- Jenkins. (2016c). Retrieved November 29, 2016, from <https://jenkins.io/>
- Kenneth, R. (2016). Virtual Environments — The Hitchhiker’s Guide to Python. Retrieved December 1, 2016, from <http://docs.python-guide.org/en/latest/dev/virtualenvs/>
- Kovalyov, A. (2016). JSHint, a JavaScript Code Quality Tool. Retrieved December 1, 2016, from <http://jshint.com/>
- Ned, B. (2016). Coverage.py — Coverage.py 4.2 documentation. Retrieved December 1, 2016, from <https://coverage.readthedocs.io/en/coverage-4.2/>
- Ovhal, P. (2016, September 13). Agile, Git, CI with TFS | Team Foundation Server. Retrieved November 29, 2016, from <https://www.visualstudio.com/es/tfs/>
- Python Software Foundation. (2016a). PEP 8 – Style Guide for Python Code. Retrieved December 1, 2016, from <https://www.python.org/dev/peps/pep-0008/>
- Python Software Foundation. (2016b). pyflakes 1.3.0 : Python Package Index. Retrieved December 1, 2016, from <https://pypi.python.org/pypi/pyflakes>
- Python Software Foundation. (2016c). Welcome to Python.org. Retrieved December 1, 2016, from <https://www.python.org/>
- Selenium Documentation Selenium Project. (2012). Retrieved from <http://www.seleniumhq.org/docs/>
- Selenium - Web Browser Automation. (2016). Retrieved December 1, 2016, from <http://docs.seleniumhq.org/>
- Sullivan, N., & Zakas, N. (2016). CSS Lint. Retrieved December 1, 2016, from <http://csslint.net/>
- Travis CI, G. (2016). Travis CI - Test and Deploy Your Code with Confidence. Retrieved November 29, 2016, from <https://travis-ci.org/>
- Universidad del Valle. (2016). Cedesoft. Retrieved December 1, 2016, from <http://cedesoft.univalle.edu.co/>
- Usar cobertura de código para determinar la cantidad de código que se está probando. (2016). Retrieved December 2, 2016, from <https://msdn.microsoft.com/es-co/library/dd537628.aspx>
- Virmani, M. (2015). Understanding DevOps & bridging the gap from continuous integration to continuous delivery. In Fifth International Conference on the Innovative Computing Technology (INTECH 2015) (pp. 78–82). Galicia, Spain: IEEE. <https://doi.org/10.1109/INTECH.2015.7173368> (Original work published 2015)

Redes y Comunicación



**GESTOR DE ARRANQUE DE CÓDIGO ABIERTO PARA
CONTROLADORES DIGITALES DE SEÑALES**

**OPEN SOURCE BOOTLOADER FOR DIGITAL SIGNAL
CONTROLLERS**

Carlos Rosero¹

Cristina Vaca¹

Manel Velasco²

Pau Colom²

¹Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

²Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona - España

Resumen

Los Controladores Digitales de Señales (DSCs, Digital Signal Controllers) asocian características de microcontroladores y procesadores digitales de señales en un solo núcleo, por lo que se utilizan en una amplia gama de aplicaciones académicas e industriales. La forma convencional que un usuario/desarrollador utiliza en la creación de aplicaciones sobre DSCs incluye crear el código a través de algún lenguaje de alto nivel y compilarlo en un archivo ejecutable y vinculable, todo esto dentro de un entorno de desarrollo integrado, para luego colocarlo en la memoria de programa del DSC a través de un programador/depurador. Este proceso presenta altos costos de realización y grandes períodos de tiempo para su desarrollo, debido a la necesidad de software y hardware adicionales. El presente trabajo propone una plataforma que permite programar un archivo binario en la memoria de programa del DSC sin un programador/depurador físico. Lo anterior se puede realizar gracias a un firmware de gestión de arranque desarrollado en los lenguajes Assembly y C, e implementado en un dsPIC33 de Microchip. Las pruebas de rendimiento se llevaron a cabo en torno a la consistencia de la memoria y a la eficiencia de la comunicación entre la computadora y el gestor de arranque. Los resultados asociados muestran que es más rápido desarrollar aplicaciones para DSCs utilizando el método propuesto. Como conclusiones, el sistema es confiable, eficiente y trabaja en armonía junto a cualquier firmware realizado por el usuario; no existe solapamiento en el uso de memoria de programa, de memoria de datos, o de otros recursos de hardware.

***Palabras clave:** Gestor de arranque, Controladores Digitales de Señales, Memoria de Programa, Programación de Sistemas Embebidos*

Abstract

Digital Signal Controllers (DSCs) associate features from microcontrollers and digital signal processors into a single core, reason why they are used in a wide range of academic and industrial applications. The conventional way a user/developer utilizes to create applications for DSCs includes creating the code through any high-level language and compiling it into an executable and linkable file, all these by using an integrated development environment, then placing it on the DSC program memory through a programmer/debugger. This process presents high costs and large periods of time for its development because of the need of additional software and hardware. The present work proposes a platform that allows programming a binary file on the DSC program memory without a physical programmer/debugger. The above can be performed thanks to a bootloader firmware developed in Assembly and C languages and implemented on a Microchip dsPIC33. Performance tests were conducted around the consistency of the program memory, and the communication efficiency between computer and bootloader. The associated results show that it is faster to develop applications for DSCs using the proposed method. By conclusions, the system is reliable, efficient and works in harmony next to any firmware developed by the user; it does not exist overlapping in the use of program memory, data memory or another hardware resources. .

***Keywords:** Bootloader, Digital Signal Controllers, Program Memory, Embedded Systems Programming.*

Introducción

Los sistemas embebidos (Evidence S.r.l., 2012) son dispositivos integrados en los productos y diseñados para realizar algunas funciones dedicadas, a menudo en tiempo real. Estos integran hardware, software y comunicaciones para proporcionar capacidades tales como: confiabilidad, seguridad, inteligencia, conectividad e interacción con el medio ambiente (Marinelli, & Silvestre, 2012).

Los DSCs se definen como hardware versátil cuyo equilibrio entre complejidad de programación y rendimiento, los hacen perfectos en aplicaciones que requieren potencia computacional y dificultad de desarrollo moderado (Microchip Technology Incorporated, 2006). Así, han sido ampliamente aceptados tanto en la academia como en la industria, convirtiéndose en el núcleo de aplicaciones embebidas especialmente para el control de motores, conversión de energía y procesamiento de señales; refiérase a Marinelli & Silvestre (2012) para conocer algunos.

Para desarrollar aplicaciones en DSCs el usuario puede emplear entornos de desarrollo integrado (IDEs, Integrated Development Environments) o software de terceros que permiten programar, compilar y depurar el código. Como resultado, se obtienen archivos binarios que generalmente se encuentran en formato ejecutable y vinculable (ELF, Executable and Linkable Format).

En cuanto a la colocación de los archivos ELF en la memoria del programa, se han identificado dos esquemas principales: el primero utiliza un hardware de programación para poner el código ejecutable en la memoria del controlador, y el segundo suprime completamente el hardware de programación al utilizar hardware para la comunicación transparente entre el ordenador y el DSC.

Bajo el segundo esquema entran en escena los gestores de arranque, los cuales se definen como programas que no tienen la totalidad de las funcionalidades de un sistema operativo, pero se encargan de colocar la aplicación final en la memoria (López, Molinari, Banchoff & Díaz, 2012). Según Figueroa (2015), para sistemas operativos complejos como Linux, se han desarrollado gestores de arranque tales como GRUB, LILO, entre otros. En relación a gestores de arranque para DSCs, existen contadas soluciones aplicadas a marcas específicas (Microchip Technology Incorporated, 2007). Sin embargo, en la literatura no se encuentran gestores de arranque cuyo esquema pueda ser usado de manera general en cualquier hardware.

Todo esto conlleva la necesidad de crear una plataforma que permita gestionar la memoria de programa de los DSCs sin necesidad de hardware complejo adicional. Este artículo evidencia el desarrollo de un gestor de arranque implementado sobre un DSC y desarrollado enteramente con herramientas libres.

El resto del trabajo está organizado como se detalla a continuación. En el apartado 2 se realiza la descripción del método usado en el desarrollo de la investigación. En el apartado 3 se muestra el análisis de los resultados obtenidos a través de las pruebas ejecutadas. En el apartado 4 se ponen en manifiesto las conclusiones.

Método

Esta sección describe el diseño completo del gestor de arranque incluyendo el hardware, software y firmware implícitos.

Materiales/instrumentos utilizados

En la Tabla 1 se detallan las herramientas de software útiles en la presente investigación; se recomienda su uso.

Tabla 1: Versión de herramientas de software

Herramienta	Versión
GNU/Linux OS	3.16.0 - 64 bits
MPLAB X	2.00
Compilador de Lenguaje C, MPLAB XC16	1.20

Se identifican dos componentes principales de hardware: computador y placa FLEX (Evidence S.r.l., 2012). Esta herramienta permite desarrollar aplicaciones simples, o implementar programas sobre un sistema operativo de tiempo real (RTOS, Real Time Operating System) llamado Erika Enterprise (2002). La disposición de la placa se muestra en la Figura 1, sus características principales son:

- Contiene un DSC dsPIC33FJ256MC710 (Microchip Technology Incorporated, 2006).
- Contiene un microcontrolador PIC18F2550 para conexión USB (Microchip Technology Incorporated, 2009).
- Puede ser programada a través del programador/depurador ICD3 (Microchip Technology Incorporated, 2017).

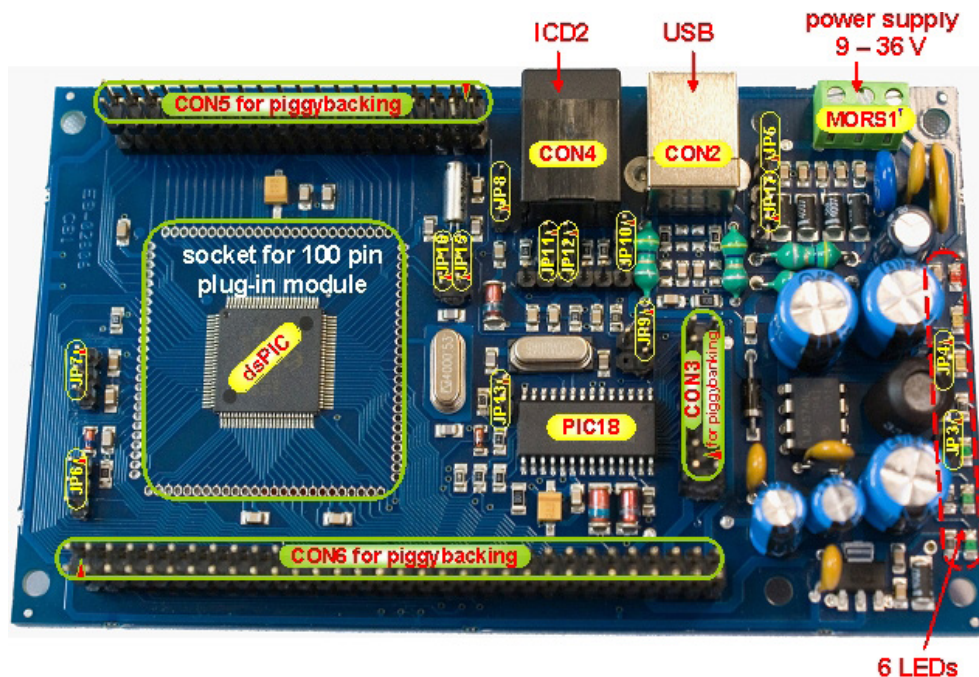


Figura 1: Placa FLEX

Procedimiento y diseño

El desarrollo de sistemas embebidos con las placas FLEX comprende varios pasos de desarrollo y depuración, incluyendo hardware y software adicionales. En la Figura 2, un archivo ELF producido por el IDE MPLAB se envía a través del ICD3 hacia la memoria de programa del DSC.

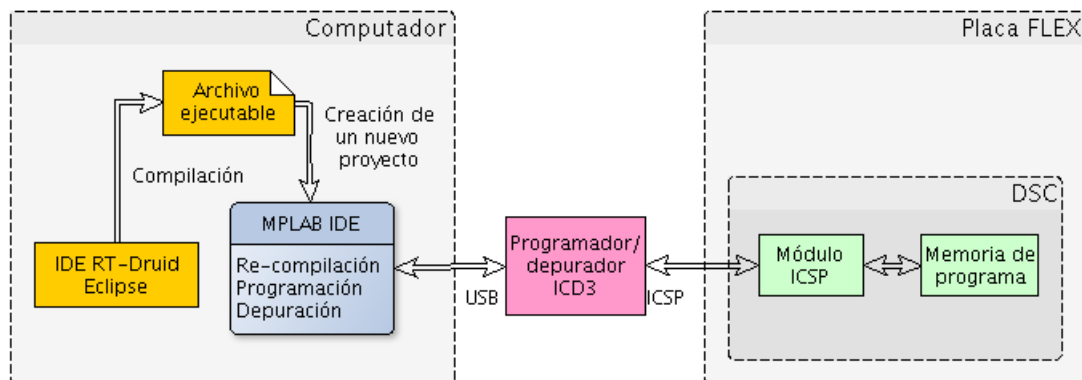


Figura 2: Método convencional de programación

Enfoque propuesto

Para simplificar el método convencional es necesario eliminar tanto el IDE MPLAB como el programador ICD3, para ello se propone el uso de la implementación de la Figura 3. El procedimiento a seguir comprende:

- Crear un nuevo proyecto utilizando RT-Druid Eclipse (The Eclipse Foundation, 2001).
- Programar en lenguaje C.
- Compilar y obtener un archivo ELF.
- Desde Eclipse realizar una llamada a la aplicación del gestor de arranque para que interprete el archivo ELF, cree el archivo binario correspondiente, y lo envíe vía USB hacia la placa FLEX.

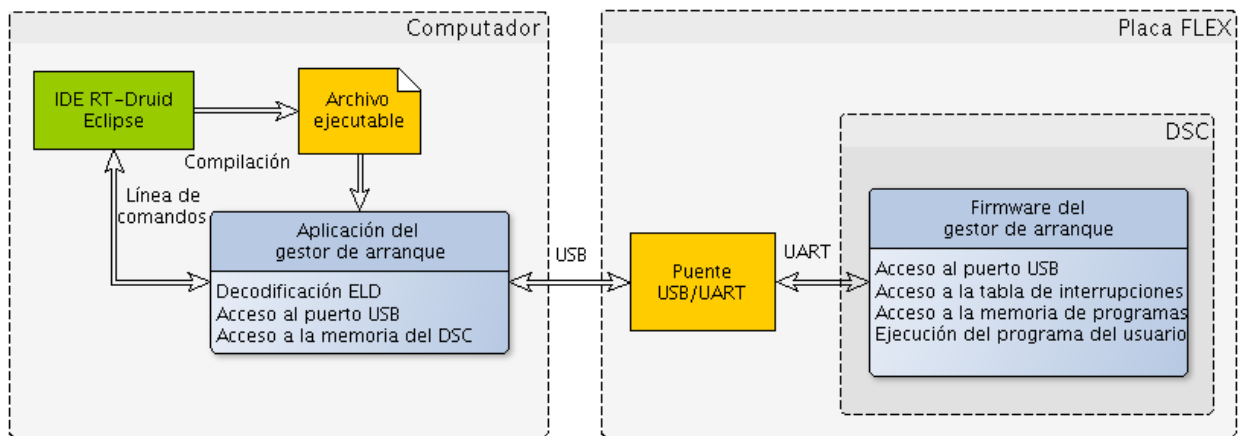


Figura 3: Implementación del gestor de arranque

El gestor de arranque consta de dos partes fundamentales: software (aplicación) y firmware (programa sobre el DSC). Las siguientes observaciones son válidas:

1. La aplicación principalmente decodifica los archivos ELF generados por el compilador, transformándolos en código binario para ser enviado a la tarjeta FLEX. Su acceso se realiza a través de línea de comandos desde Eclipse.
2. El firmware es programado sobre el DSC. Se encuentra en determinada región de la memoria de programa (no accesible para aplicaciones del usuario). Al iniciar, el gestor escoge entre cargar la aplicación del usuario o permanecer en modo de configuración.

El presente artículo se centra en la segunda parte, el firmware.

Gestor de arranque

Después de una reinicialización de hardware, el DSC ejecuta el vector de restablecimiento situado en la dirección 0x00 de la memoria de programa, el cual contiene una instrucción de salto hacia la dirección del código realizado por el usuario. Aprovechando el mencionado comportamiento, dicha dirección se reemplaza por una nueva que corresponde a la ubicación del código del gestor de arranque en 0x400. Por lo tanto, cada vez que se inicia el DSC se ejecutará el gestor en lugar de cualquier otra aplicación.

Al empezar la ejecución del gestor existe un intervalo de guarda para esperar a la recepción de comandos a través de UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter). Si no se ha recibido algún comando, éste salta a la dirección fija de memoria de programa 0xc00 en donde se encuentra la aplicación del usuario. Se entiende que cualquier aplicación creada por el usuario debe almacenarse a partir de la dirección 0xc00, por lo tanto, es necesario realizar algunas modificaciones en el proceso de compilación de tal manera que los archivos ELF cumplan este requisito.

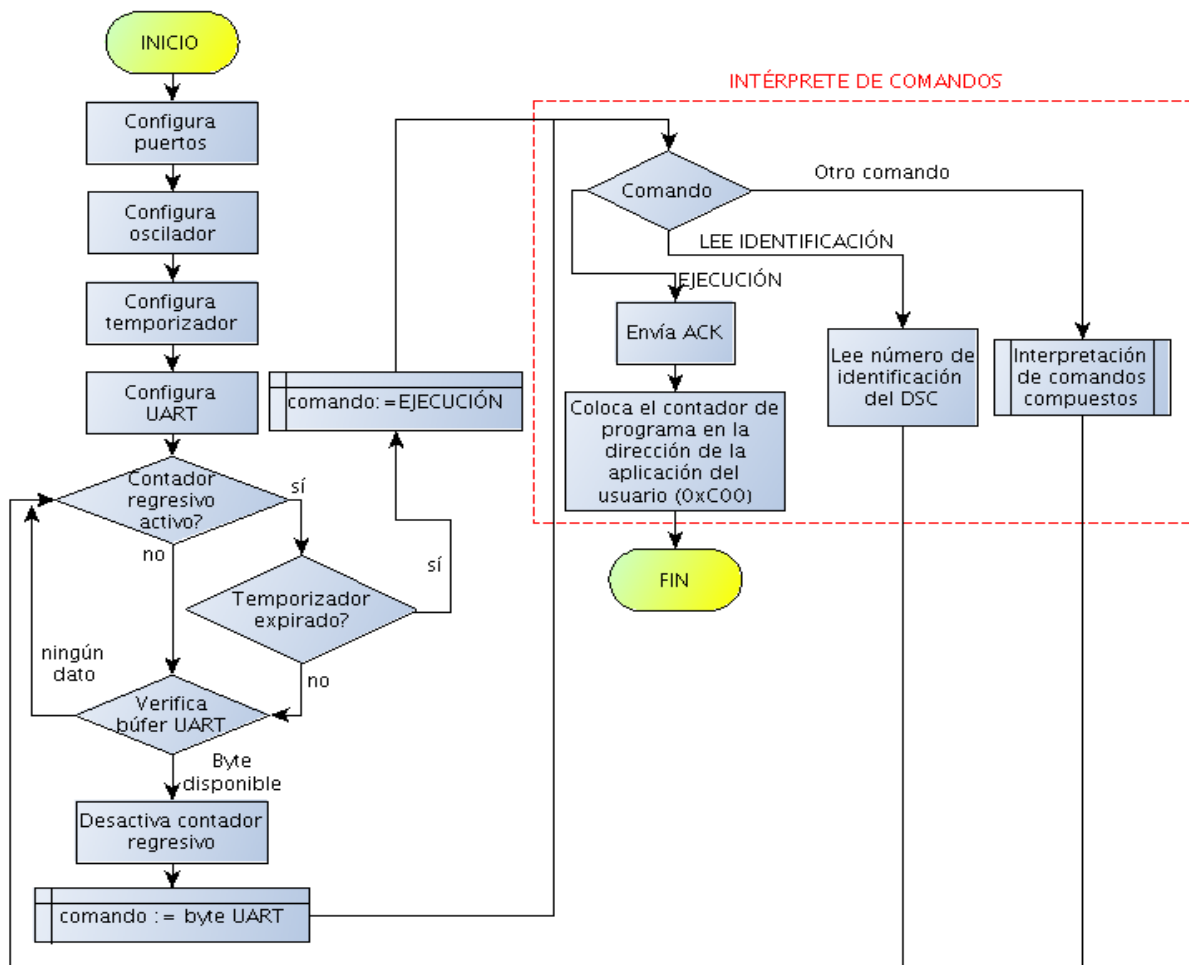


Figura 4: Flujo del gestor de arranque sobre el DSC

En la Figura 4 se muestra el flujo del gestor de arranque. Después de la inicialización de todos los módulos de hardware, un temporizador de cuenta regresiva se activa. Si dicho temporizador ha expirado, una variable denominada *comando* se carga con la instrucción de *ejecución* y posteriormente el *intérprete de comandos* finaliza el gestor de arranque al colocar el contador de programa en la dirección de la aplicación del usuario. Por otro lado, si se recibe un comando UART el temporizador de cuenta regresiva se desactiva, la variable *comando* se carga con el byte ya recibido y luego el *intérprete de comandos* ejecuta una determinada tarea. Esto significa que después de recibir el primer comando UART, el bootloader no puede salir por sí mismo hasta que el computador envíe un comando de ejecución.

Intérprete de comandos

El diagrama de flujo de la Figura 4 muestra la ejecución de ciertos comandos de un solo byte de longitud. Para entender los comandos incluidos en el bloque de interpretación *comando compuesto*, es necesario referirse al mismo diagrama de flujo de la Figura 5 y a la información disponible en la Tabla 2.

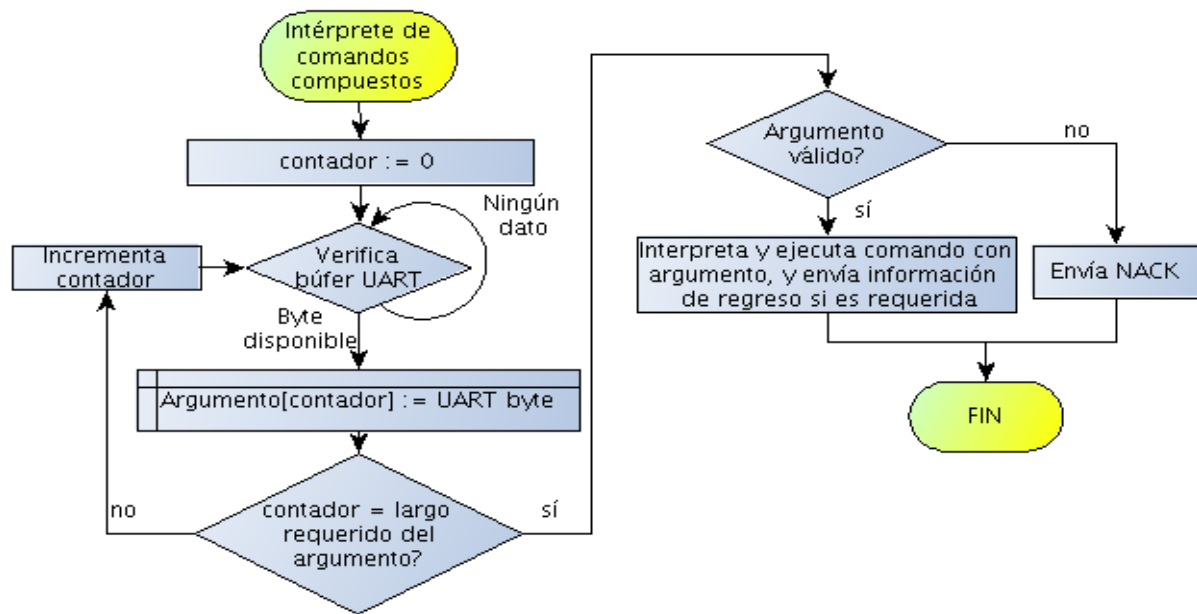


Figura 5: Flujo de la interpretación de comandos compuestos en el gestor de arranque sobre el DSC

Tabla 2: Comandos seriales enviados desde la aplicación del computador hacia el gestor en el DSC

Comando	Formato	Retorno	Observaciones
Leer página de memoria	[0x02], [Dirección]	Contenido de la página de memoria	(512 ubicaciones)*(3 bytes/ubicación) = 1536 bytes
Escribir página de memoria	0x03, [Dirección], [Nueva página de memoria]	Reconocimiento (ACK, Acknowledgment)	Realmente lo hace en dos pasos: elimina toda la página y luego escribe nuevos datos. Cuando se intenta reescribir la página 0, el vector de reinicio del gestor de arranque se superpone pero el resto de la memoria se programa con nuevos datos.
Ejecución	[0x08]	ACK	Se utiliza tanto para iniciar automáticamente la aplicación del usuario (cuando el temporizador de cuenta regresiva termina), o a petición del usuario a través del software en la computadora.
Leer identificación	[0x09]	ACK	Cada familia de microcontroladores tiene una identificación. Esto se lee por computadora como primer paso para averiguar si el gestor de arranque está listo para comunicarse.
Borrar memoria	[0x0a]	ACK	El borrado de páginas en 0x400 y en 0x800 (lugar del gestor de arranque) no está permitido. Cuando se intenta eliminar la página 0, el vector de reinicio del gestor de arranque se superpone, el resto de la memoria se borra preservando el vector de reinicio del gestor.

Entre algunas clarificaciones se encuentran las siguientes:

- Lectura, escritura y borrado no pueden realizarse a nivel de byte, sino página por página. Una página tiene 512 ubicaciones de memoria de 4 bytes, cada una de las cuales tiene sólo 24 bits útiles.
- De forma predeterminada, cuando no se reconoce un comando o cuando se lo ha reconocido pero su argumento no es válido, el gestor responde con un NACK (No-Acknowledgment).

Configuración del hardware

La Tabla 3 incluye varias características y configuraciones del hardware utilizado por el gestor de arranque.

Tabla 3: Ajustes generales para el DSC

Módulo	Configuración
Temporizador	El temporizador 3 está configurado para contar hasta 2 segundos.
Oscilador	El dispositivo funciona a 40 Mhz (20 MIPS).
UART	115200 bps fijos, 8 bits de largo, sin paridad, sin control de flujo.

Distribución de la memoria de programa

En la Figura 6, el color rojo representa a las localidades donde el gestor de arranque se ha establecido de forma estática; en las secciones en verde, el código del usuario se puede colocar a través del gestor. Las localidades azules no están físicamente disponibles excepto los registros de configuración del dispositivo.

Es importante destacar que la aplicación del usuario, utiliza de forma libre y transparente todas las facilidades proporcionadas por las interrupciones. Esto también explica por qué no utilizar interrupciones para desarrollar el gestor de arranque.

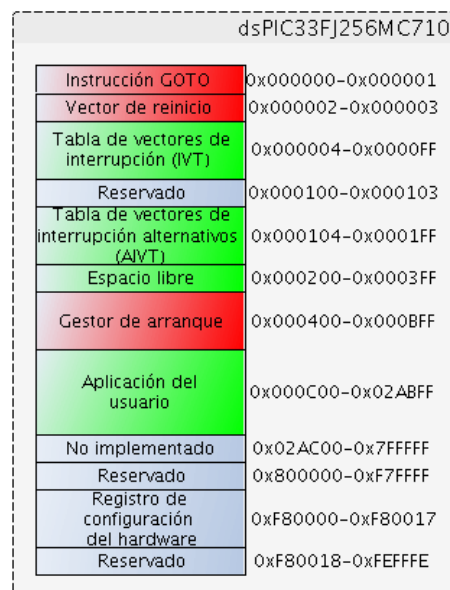


Figura 6: Distribución de la memoria de programa del DSC

Resultados

Las pruebas realizadas con el gestor de arranque han permitido corroborar su desempeño.

Consistencia de la memoria de programa

Se verificó durante la etapa de depuración, utilizando el gestor para programar la memoria del DSC y luego volver a leerla a través del programador ICD3. Se hicieron las siguientes comprobaciones:

- El vector de reinicio permanece sin cambios.
- Los vectores de interrupción y excepción cambian según se requiera.
- La ubicación del gestor de arranque no se modifica.
- La aplicación de usuario se carga en la sección de memoria dedicada a este propósito.

Uso de recursos de hardware

Se comprobó la compilación de varios programas utilizando diferentes recursos de hardware. Se realizó cada aplicación tanto con el método convencional como con el nuevo método. Posteriormente, a través de pruebas de laboratorio se corroboró que cada aplicación realice lo mismo y con los mismos límites de tiempo. Se probaron recursos como temporizadores/contadores, módulos de comunicación (CAN, UART, I2C), control de motores PWM, ADC, entre otros.

Tiempo de programación

Para un ordenador específico, el tiempo de programación es un valor relativo que depende del rendimiento del procesador, la cantidad de procesos abiertos en el sistema operativo, la versión del puerto USB, el número de dispositivos conectados a él, entre otros. Sin embargo, las pruebas se llevaron a cabo midiendo el tiempo que tarda tanto la aplicación del gestor de arranque como MPLAB, para enviar un archivo binario (proyecto ya compilado) hacia el ordenador. Este procedimiento se repitió para binarios de tamaño diferente. Las mediciones obtenidas se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Prueba de tiempo de programación

Prueba	Tamaño de archivo (bytes)	Eclipse + Bootloader (segundos)	MPLAB + ICD3 (segundos)
1	14056	3,2	10,8
2	10542	2,1	8,6
3	5432	1,1	7,1

Discusión/conclusiones

Considerando los resultados de los dos métodos comparados en la Tabla 4, se puede observar una diferencia marcada en el tiempo requerido para cargar binarios en el DSC. El tiempo que necesita el gestor de arranque es significativamente menor porque este método sólo programa aquellas páginas de memoria donde existe información pero no toda la memoria del programa. Esto ocurre aunque la velocidad de transferencia de la información es muy lenta (115,2 Kbps).

Se ha creado un proyecto basado en software libre y gratuito que permite, a través de un proceso simple e intuitivo y sin hardware adicional, cargar directamente una aplicación final en los DSCs de las placas FLEX. Al ser código abierto, su modificación permitirá que sea usado en desarrollos más sofisticados.

El gestor de arranque programado en las placas FLEX es compatible con aplicaciones desarrolladas con el RTOS Erika Enterprise; tanto el gestor de arranque como la aplicación se colocan juntos dentro del DSC sin sobrescribirse, compartiendo los recursos ordenadamente y uno a la vez. El manejo de la memoria interna y del UART se realiza a través de librerías atómicas.

Referencias

Erika Enterprise (2002). Erika: open source implementation of the API OSEK / VDX. Recuperado el 10 de mayo de 2017 de <http://erika.tuxfamily.org/>.

- Evidence S.r.l. (2012). FLEX: Modular solution for embedded applications. version 1.0.2. Recuperado el 12 de mayo de 2017 de http://download.tuxfamily.org/erika/webdownload/manuals_pdf/flex_refman_1_0_2.pdf
- Figuroa, V. (2015). Estudio, desarrollo e implementación de un Gestor de Arranque para computadoras PC compatibles X86 que inician en modo real. Trabajo de graduación previa la obtención del título de Ingeniero Informático. Universidad Central del Ecuador. Quito.
- López, F., Molinari, L., Banchoff, C. y Díaz, J. (2012). Sistema de Arranque UEFI: la seguridad , la adecuada instalación y la libertad de elección. XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 0, 0-0.
- Marinelli, M., y Silvestre, D. (2012). Desarrollo de un prototipo de robot móvil para la investigación y aplicación de técnicas de inteligencia artificial. Revista de Ciencia y Tecnología, 17, 0-0.
- Microchip Technology Incorporated (2006). PIC18F2455/2550/4455/4550 data sheet: 28/40/44 Pin, High-performance, Enhanced Flash, USB microcontrollers with nanoWatt Technology. Recuperado el 10 de mayo de 2017 de <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39632c.pdf>.
- Microchip Technology Incorporated (2007). Bootloader for dsPIC30F/33F and PIC24F/24H Devices. Recuperado el 10 de mayo de 2017 de <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/01094a.pdf>
- Microchip Technology Incorporated (2009). dsPIC33FJXXXMCX06/X08/X10 data sheet: High-Performance, 16-Bit Digital Signal Controllers. Recuperado el 10 de mayo de 2017 de <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70287C.pdf>.
- Microchip Technology Incorporated (2017). MPLAB ICD 3 In-Circuit Debugger. Recuperado el 10 de mayo de 2017 de <http://www.microchip.com/Developmenttools/ProductDetails.aspx?PartNO=DV164035>
- The Eclipse Foundation. (2001). Eclipse: open source programming platform to develop RCP. Recuperado el 12 de mayo de 2017 de <https://eclipse.org/>.



| 25

PROTOCOLO PARA VERIFICACIÓN DE ACCESO EN APLICACIONES WEB USANDO SERVICIOS DE RECONOCIMIENTO FACIAL EN LA NUBE MICROSOFT COGNITIVE SERVICES

PROTOCOL FOR ACCESS VERIFICATION IN WEB APPLICATIONS USING CLOUD FACE RECOGNITION SERVICES MICROSOFT COGNITIVE SERVICES

Diego Trejo¹

Daisy Imbaquingo¹

Carpio Pineda¹

Pablo Landeta¹

Antonio Quiña¹

Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

djtrejo@utn.edu.ec

Resumen

Hasta hace poco, para desarrollar aplicaciones web que usen reconocimiento facial, sólo era posible a través del uso del plugin Flash Player, ya que sin éste, el browser no tenía capacidad de integrarse con el hardware de cámaras de vídeo o fotográficas; sin embargo, este plugin requiere ser descargado e instalado en cada browser. En la actualidad, HTML 5 es un estándar que, entre otras cosas, permite la integración con cámaras web, siendo más sencillo construir formularios web para capturar imágenes que permitan comparar patrones faciales y por lo tanto validar la autenticidad de una persona.

El presente trabajo, utiliza Cognitive Services de la empresa Microsoft, que ofrece servicios web en la nube para reconocimiento facial. También se usa las fotografías oficiales de los ciudadanos ecuatorianos disponibles mediante servicios web del Registro Civil del Ecuador. La solución plantea fabricar un mecanismo blindado de intercambio de mensajes entre servidores basado en webservices SOAP, JSON y webcontrollers apropiados para una aplicación transaccional web segura, usando métodos de encriptación y tránsito seguro con SSL.

Como resultados principales, se integra un Sistema de Internet Banking, de una institución financiera ecuatoriana, con Microsoft Cognitive Services y el Registro Civil de Identificación y Cedulación del Ecuador; a través de un método de autenticación con reconocimiento facial seguro y eficiente.

Principalmente, se concluye que HTML 5 al ser soportado por los browsers modernos y además de ser un estándar, supera a otros plugins tales como Flash Player, en la capacidad de implementar el reconocimiento facial para aplicaciones web. Por otro lado, este trabajo sirve como línea base para el reconocimiento facial animado, lo que garantizaría la no suplantación de identidad con fotografías estáticas o fabricadas. Finalmente, los resultados obtenidos son tan eficientes que incluso ha funcionado con imágenes de baja resolución (hasta 50x60 px).

Palabras clave: Cognitive services, Reconocimiento facial, Verificación de acceso web, Protocolo, Registro Civil

Abstract

Until recently, to develop web applications that use facial recognition, it was only possible through the use of the Flash Player plugin, since without it, the browser was not able to integrate with the video or photographic camera hardware; However, this plugin needs to be downloaded and installed on each browser. Currently, HTML 5 is a standard that, among other things, allows integration with webcams, making it easier to build web forms to capture images that allow you to compare facial patterns and thus validate the authenticity of a person.

This work uses Cognitive Services from Microsoft, which offers cloud web services for facial recognition. Official photographs of Ecuadorian citizens are also used through web services of the Civil Registry of Ecuador. The solution involves fabricating a shielded message exchange mechanism between servers based on SOAP webservices, JSON and webcontrollers appropriate for a secure web transactional application, using secure encryption and transit methods with SSL.

As main results, an Internet Banking System, an Ecuadorian financial institution, is integrated with Microsoft Cognitive Services and the Civil Registry of Identification and Ceding of Ecuador; Through a secure and efficient facial recognition method.

Mainly, it is concluded that HTML5 being supported by modern browsers and besides being a standard, it surpasses other plugins such as Flash Player, in the ability to implement facial recognition for web applications. On the other hand, this work serves as a baseline for animated facial recognition, which would guarantee non-impersonation with static or fabricated photographs. Finally, the results obtained are so efficient that it has even worked with low resolution images (up to 50x60 px).

Keywords: Cognitive services, Face recognition, Web access verification, Protocol, Civil Registry.

Introducción

Entre los tipos de dispositivos de validación biométricas se tiene: lectores de huella digital, retina ocular, reconocimiento facial, sintetizadores de voz (Ribalta 2016); aunque también existe soluciones software tales como: escogimiento de imágenes aleatorias, teclados virtuales, códigos captcha, input-text antibots, reconocedores de patrones, preguntas y respuestas secretas, entre otros (Ribalta 2016); todos tratando de cumplir con al menos dos de las tres características siguientes:

- Algo que se conoce
- Algo que se posee
- Algo que se es

El reconocimiento facial permite cumplir con las dos últimas (INCIBE 2016), pues el rostro de una persona es conocido por todos, a menos que viva en el anonimato.

Existen soluciones de software propietario que habilitan una API entre una cámara web y el browser, la más destacada es Flash Player (Adobe 2017). Sin embargo, requiere cierta experiencia de usuario porque hay que descargar del sitio del fabricante e instalar apropiadamente. Además, el usuario debe poseer permisos para instalar el software.

En HTML 5 (Forum 2017) existen etiquetas que permiten el control de cámaras web, lo que habilita la captura de imágenes para el reconocimiento facial sin necesidad de instalar software adicional, inclusive los sistemas operativos modernos ya traen incluido los drivers que reconocen automáticamente todo, de modo que la experiencia de usuario y los permisos de acceso no son necesarios.

En Ecuador existe el Registro Civil, Identificación y Cedulación (Registro Civil del Ecuador 2017), una entidad gubernamental que habilita el acceso a sus bases de datos donde encontramos las fotografías de los ciudadanos, así como los datos particulares de la identificación de una persona. Por otro lado, existen algoritmos muy eficientes para reconocimiento y verificación de patrones faciales, mismos que requieren recursos computacionales elevados cuando se trata de procesar alta demanda de peticiones, como es el caso de aplicaciones web (Ribalta 2016). Para este efecto, una solución es consumir los servicios proporcionado por Microsoft Cognitive Services, una plataforma de vanguardia puesta a disposición no hace mucho tiempo, misma que pone en servicio procesos especializados de visión artificial, reconocimiento vocal y facial, entre otros. Se trata de un conjunto de APIs, SDKs y servicios disponibles para los desarrolladores, para hacer sus aplicaciones más inteligentes, atractivas y reconocibles (Microsoft n.d.).

Con lo anterior, el objetivo principal de este proyecto es crear un método de login biométrico mediante reconocimiento facial, que sería usado en aplicaciones web modernas (Guidance and Feedback 2013). Para el caso, este método es aplicado en un sistema de Internet Banking (Banca en Línea), mismo que demanda altas prestaciones de seguridad en la autenticación de usuarios (Guti and Mart 2006).

Método

Participantes

Esta investigación tomó su iniciativa en octubre del año 2016, la población de estudio fueron los principales bancos que son controlados por la Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador (Junta Bancaria del Ecuador 2012), además de cooperativas de ahorro y crédito catalogadas como “Segmento 1” según Secretaría de Economía Popular y Solidaria del Ecuador en el norte del país (SEPS 2017). Los investigadores analizaron los sitios web transaccionales (banca en línea) de estas entidades financieras y determinaron su rigidez de acceso y seguridad en la ejecución de transacciones. Al estar estos sistemas a disposición en Internet, se consideran de conocimiento público y de acceso privado, dado que solo pueden acceder si son clientes del banco o socios de la cooperativa en estudio y además solicitaron su acceso y asumieron un contrato de responsabilidad de uso. Con estos antecedentes y desde el punto de vista del cliente del banco o cooperativa, no fue necesario solicitar permiso alguno a las entidades financieras para analizar la funcionalidad de los sistemas. Sin embargo, para realizar pruebas de concepto y unitarias, se llegó a un acuerdo con la Cooperativa de Ahorro y Crédito “Tulcán” Ltda.

Materiales / instrumentos utilizados

- Microsoft Cognitive Services, disponible en: <https://www.microsoft.com/cognitive-services/en-us/apis> , ya sea con una cuenta de acceso gratuito o pagado.
- Web services del Registro Civil, Identificación y Cedulación del Ecuador, disponible en: <http://webservice02.registrocivil.gob.ec:8080/WEBRCDatosIdentidad/WSRegistroCivilConsulta> , cuyo acceso solo es permitido una vez se firme un contrato de servicios con costo.
- Web services del Core Bancario de la entidad financiera. Por políticas de seguridad de la institución no se puede revelar la URL.
- Sistema de Internet Banking de la entidad financiera, disponible en: <http://www.cooptulcan.fn.ec> con el respectivo usuario y clave obtenidos una vez firmado un contrato de suscripción al servicio sin costo.
- Aunque existen otras plataformas de desarrollo, por pedido de la institución financiera donde se ejecutaron las pruebas, se utilizó ASP.NET con lenguaje C# y el IDE Microsoft Visual Studio 2015.
- Internet Information Services (IIS) con versión 8 o superior, instalado en un servidor con Sistema Operativo Windows Server 2012 r2.
- Microsoft Framework 4.0 64bits.
- Acceso a la BDD Sybase ASE 15 alojada en un servidor Sun Solaris de propiedad de la entidad financiera y que contiene datos para ambiente de pruebas.
- Software Sybase ASE Client versión 15.7 ejecutándose en el servidor de aplicaciones IIS.
- Certificados de transferencia de datos mediante protocolo Secure Socket Layer (SSL) contratados por la misma entidad financiera e instalados en el servidor donde se ejecutaron las pruebas.
- Software de uso libre SPRINTOMETER que permite la aplicación y trazabilidad de metodologías ágiles de desarrollo de software como son SCRUM & XP. Disponible en <http://sprintometer.com>

Procedimiento y Diseño

Para la fabricación de la aplicación prototipo se utilizó la metodología SCRUM, dado que se trata de una metodología ágil de desarrollo de software y apropiada para proyectos pequeños, su trazabilidad y control se logró aplicando el software Sprintometer versión escritorio.

Para un producto software de pequeño tamaño, como es este caso, se aplicaron las siguientes fases del ciclo de vida: Análisis, Diseño, Desarrollo, Pruebas y Despliegue. Para este efecto se realizaron las siguientes actividades por fase:

Análisis:

Se determinó que en un entorno de aplicación de Banca en Línea (Figura 1) consta el Usuario Final, quien desea realizar una Transacción en Línea a través la aplicación web Banca en Línea, ésta a su vez se conecta con el sistema Core Financiero del banco que es donde se ejecuta definitivamente la transacción y se registra en la Base de Datos corporativa, sin embargo, existen Usuarios mal intencionados que pueden realizar fraudes en la transmisión de datos entre los sistemas.

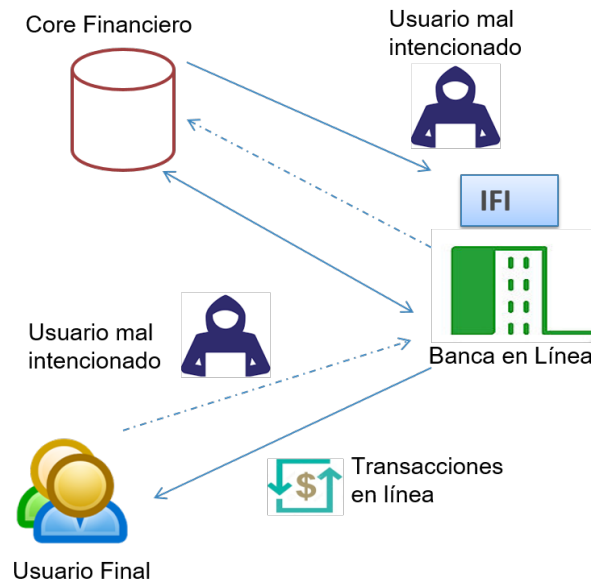


Figura 1: Entorno de aplicación Banca en Línea

Fuente: Los autores

Para minimizar el riesgo de una amenaza de usuarios mal intencionados, había que identificar la ocurrencia de vulnerabilidades posibles en el entorno de Banca en Línea, para ello (Figura 2) se tomó en cuenta el flujo de datos entre un origen y un destino y se analizaron las siguientes vulnerabilidades y amenazas:

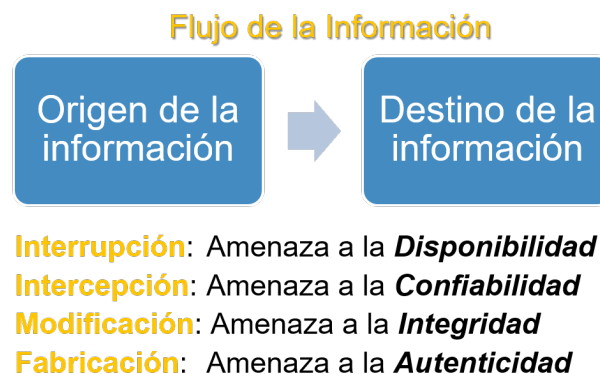


Figura 2: Identificación de vulnerabilidades y amenazas

Fuente: Los autores

La posibilidad de ocurrencia de Interrupción del flujo de datos en la comunicación entre un origen y destino puede conllevar a la amenaza a la Disponibilidad de los servicios y de la misma información que se transmite.

La Intercepción de los mensajes de datos en el flujo, puede desembocar en la amenaza a la Confidencialidad de la información transmitida entre el origen y destino.

La Modificación de la información que viaja entre un origen y destino, significa que ocurrirá una amenaza a la Integridad de dicha información.

Por último, la Fabricación significa que podría suplantarse la información que viaja en el flujo de datos, por tanto, ocurre una amenaza a la Autenticidad de la misma.

Diseño:

Ante las anteriores posibilidades, se procede a determinar Zonas Seguras de la aplicación web de Banca en Línea e incluir otros actores que habiliten un intercambio fiable de datos entre ellos, es así que se decide usar protocolos de transferencia seguros como es el caso de Certificados X.509 y SSL (Secure Socket Layer), pero además se establece un mecanismo que garantice que los datos de autenticidad de un Usuario sean altamente fidedignos, esto es, mediante el uso de Reconocimiento Facial, apoyados además en la garantía que las fotografías que se comparan sean también las propias del usuario y no se traten de una suplantación de identidad. Todo esto en un solo compendio al que los autores lo han denominado “Protocolo Facelogin”.

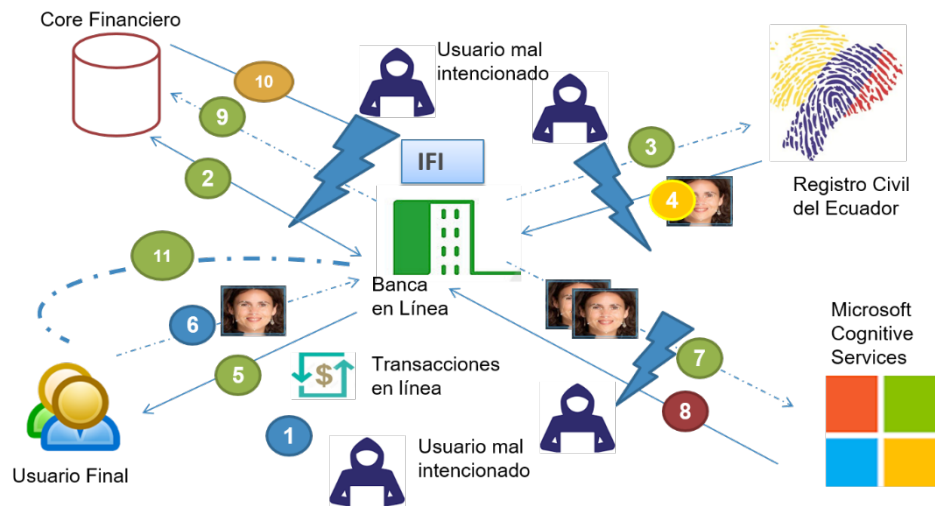


Figura 3: Esquema del Protocolo Facelogin

Fuente: Los autores

En la Figura 3 se puede ver el esquema de funcionamiento del Protocolo propuesto, que a breves rasgos es:

1. El Usuario Final solicita una Transacción al sistema Banca en Línea.
2. El sistema Banca en Línea redirige la transacción al sistema Core Financiero del banco, éste a su vez le contesta que se trata de una transacción altamente sensible por lo que requiere un factor adicional de autenticidad de usuario.
3. Banca en Línea solicita al Registro Civil la fotografía auténtica del Usuario Final enviando como parámetro el número de cédula y el código dactilar.
4. El Registro Civil devuelve la fotografía auténtica del usuario, si acaso existe, de otro modo retorna señal de transacción declinada.
5. Banca en Línea solicita al Usuario Final que a través de su cámara web capture una o varias imágenes de su rostro.
6. El Usuario Final, siguiendo las indicaciones en pantalla, envía las capturas de rostro a Banca en Línea.
7. Banca en Línea reenvía a Cognitive Services las fotografías del Usuario Final y del Registro Civil para ejecute el reconocimiento facial.
8. Cognitive Services, procesa las imágenes y devuelve el estado de asertividad o match del reconocimiento facial.
9. Banca en Línea, una vez superado todo el esquema de factor adicional de autenticidad de usuario (reconocimiento facial) vuelve a solicitar al Core Financiero la transacción inicial.

10. El Core Financiero ejecuta la transacción y retorna el estado de la misma.
11. Banca en Línea finalmente, devuelve al Usuario Final el estado de la transacción para información de éxito o declinación de la misma.

En la misma figura 3, se puede ver que los usuarios mal intencionados también podrían actuar sobre los medios de transmisión y vulnerarlos, sin embargo la aplicación de SSL con X.509 reduce al mínimo esa posibilidad.

El esquema de comunicación entre servidores de Banca en Línea, Registro Civil y Cognitive Services, se establecería además mediante la aplicación de algoritmos de Desafío-Respuesta, así como cuentas de acceso con usuario y password agenciadas por cada servidor. Adicionalmente, la aplicación de ACL's (Lista de control de acceso) para habilitar los privilegios de acceso a los recursos web.

Desarrollo:

Mediante Microsoft Visual Studio 2015, framework 4.0 y lenguajes C# y ASP.NET, se crearon interfaces seguras mediante webcontrollers y webforms. También se aplicó en el lado del cliente algoritmos javascript con el framework jQuery v3.0.

Para la comunicación entre servidores y con la finalidad de garantizar los tiempos de respuesta se crearon algoritmos con hilos para hacer test de la disponibilidad de los mismos. Así cuando alguno de ellos esté fuera de línea, se buscan mecanismos alternativos para brindar continuidad en el servicio.

Para controlar el acceso a los recursos web de la aplicación Banca en Línea se crearon algoritmos para implementar Listas de Control de Acceso (ACL's) a nivel de usuarios y roles, mismos que tendrían restricciones de acceso a los métodos y servicios web publicados.

El mecanismo de factor adicional de autenticidad mediante reconocimiento facial, se agrega a los otros mecanismo ya existentes en Banca en Línea, estos son: claves OTP, códigos CAPTCHA, teclados Virtuales, Tarjetas de Coordenadas, claves de acceso fuertes y con sello de tiempo.

Pruebas:

Se ejecutaron pruebas en el siguiente orden:

1. Conectividad entre servidores
2. Conectividad con Certificados X.509
3. Conectividad con SSL
4. Consumo de webservices en el Core Financiero
5. Consumo de webservices en el Registro Civil
6. Consumo de webservices en Cognitive Services
7. Interfaces de captura y transmisión de fotografías en Banca en Línea
8. Pruebas de concepto mediante la Integración de pruebas unitarias
9. Pruebas y afinación de tiempos de respuesta
10. Pruebas de intentos de violación a la seguridad

De todas las pruebas se hicieron "Testing check list" para registrar y validar el estado de prueba, debidamente documentados y reparados todos los eventos de fallo.

Despliegue:

El aplicativo prototipo para pruebas se instaló en un servidor donde funciona el Sistema Banca en Línea, destinado para el efecto y proporcionados por la Institución Financiera, además se conecta a ambientes de producción del Registro Civil y Cognitive Services, lo que garantiza la fiabilidad de las respuestas.

Resultados

- Se crea una versión preliminar de un método de login web seguro mediante reconocimiento facial.
- Se integra una aplicación de Internet Banking en producción con los servicios de Microsoft Cognitive Services y los del Registro Civil Identificación y Cedulación del Ecuador.
- Se desarrollan webcontrollers en Asp.Net y se crean funciones de encriptación que permitan la captura y el Data-Exchange seguro entre aplicaciones.
- Se amplían las posibilidades de agregar y/o integrar login web biométrico en las aplicaciones web existentes.
- Se suben los niveles de seguridad en las aplicaciones web y se reducen los riesgos de fraude en el acceso a los sistemas web.
- Se abren nuevas opciones de aplicación de reconocimiento facial en la seguridad de acceso en aplicaciones web.

Discusión / Conclusiones

- Este método de login web seguro no requiere software API para integrar el hardware y el browser, pues usa HTML5, mismo que es soportado en la mayoría de browser vigentes.
- Se debe establecer convenio o contrato de consumo de datos con el Registro Civil, donde se incluya una cláusula que garantice la veracidad de los datos adquiridos.
- Se debe realizar un análisis de cantidad de transacciones por período, para determinar la tarifa a contratar con Cognitive Services
- Este proyecto sirve como línea base para reconocimiento facial animado
- No funciona con resoluciones de imágenes inferiores a 50x60 pixels

Referencias

- Adobe. 2017. "Adobe Flash Player." <http://www.adobe.com/es/products/flashplayer.html>.
- Forum, WC3. 2017. "HTML 5." https://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp.
- Guidance, Implementation, and W C F Feedback. 2013. "Improving Web Services Security."
- Guti, Carmen Lozano, and Federico Fuentes Mart. 2006. "El Diseño de Un Sitio Web de Banca En Línea, a Partir de La Optimización de Tiempos de Navegación de Sus Usuarios." : 65-82.
- INCIBE, Instituto Nacional de Ciberseguridad. 2016. "Guía Sobre Las Tecnologías Biométricas Aplicadas a La Seguridad." : 32. https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia_tecnologias_biometricas_aplicadas_ciberseguridad_metad.pdf.
- Junta Bancaria del Ecuador, Superintendencia de Bancos y Seguros del Ecuador. 2012. "RESOLUCIÓN JB-2012-2148."
- Microsoft. "Microsoft Cognitive Services." <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/cognitive-services/>.
- "Registro Civil Del Ecuador." 2017. <https://www.registrocivil.gob.ec/>.
- Ribalta, Albert Solé. 2016. *Seguridad En Los Sistemas Biométricos*. [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Biometria/Biometria_ES/Biometria_ES_\(Modulo_6\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Biometria/Biometria_ES/Biometria_ES_(Modulo_6).pdf).
- SEPS. 2017. "Secretaría de Economía Popular Y Solidaria." <http://www.seps.gob.ec/>.

Tic en la Educación





| 26

BENEFICIOS DE LAS TIC EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA- APRENDIZAJE EN LAS CARRERAS DE SISTEMAS COMPUTACIONALES

ICT BENEFITS IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS IN THE ROLES OF COMPUTATIONAL SYSTEMS

Fausto Salazar¹

Cathy Guevara¹

Marco PUSDÁ¹

Mauricio Rea¹

¹ Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador

*fasalazar@utn.edu.ec**

RESUMEN

El avance vertiginoso de las tecnologías en el siglo XXI ha permitido de manera urgente la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) dentro de la formación y la enseñanza en la mayoría de las instituciones educativas de nivel superior, por lo que se presentan grandes retos en la educación actual, debido a la experiencia empírica que todavía se mantiene en muchas de estas instituciones, en las mismas que prevalecen aún las prácticas rutinarias y estrategias de modelos tradicionales. Ante esta situación, se hace necesario un cambio radical en las aulas, que implique una verdadera transformación de paradigma educativo, en el cual se den procesos de formación permanente del docente y con su capacitación tecnológica utilicen las TIC con mayor frecuencia en su labor diaria y de esta manera se logren verdaderos cambios, tanto en la práctica docente en la enseñanza, como también se debe promover el desarrollo de competencias tecnológicas en los y las estudiantes. En el presente trabajo se realizó una investigación de tipo cualitativo, a través de encuestas a beneficiarios, con una muestra de 127 estudiantes y 20 docentes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica del Norte. Los resultados demostraron que el 85% tienen un nivel de satisfacción en la utilización de las TIC, con el cual se mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje. Como conclusión se determinó que las TIC presentan un gran beneficio en esta era de la digitalización, tanto para docentes como estudiantes dentro del proceso educativo.

Palabras claves: TIC, enseñanza-aprendizaje, tecnología, proceso, beneficio.

ABSTRACT

Technological advances in the 21st century have reached extreme new levels, permitting the incorporation of ICTs within the teaching process in the majority of colleges, presenting great challenges in modern education, due to empirical experience which continues in use in many colleges, where routine practices and traditional strategy models prevail. In this situation, a radical change in the classroom becomes a necessity, which would imply a true transformation of the educational paradigm, in which there are permanent processes for teachers' formation and technological training to use ICTs with greater frequency in their daily labor, and in this way, they achieve true changes in the teacher's training, and also to promote the development of technological capacities in students. In this project, a qualitative investigation was carried out using surveys destined to 127 students and 20 teachers in the computer systems engineering career in the "Universidad Técnica del Norte" (Northern Technological University). The results show that 85% of the people that were surveyed have a satisfactory level of ICT use, with which the teaching-learning process is greatly improved. As a conclusion, it has been determined that ICTs present a great benefit in the digitalized era in which we live, for teachers as well as for students within the educational process.

Keywords: TIC: teaching-learning, technology, process, benefit.

INTRODUCCIÓN

El uso de las TIC conjuntamente con el internet ha permitido globalizar a las personas tanto en la vida social como en el proceso de enseñanza-aprendizaje de una manera acelerada, especialmente con la utilización de las redes sociales. Es importante tener una criticidad sobre la situación actual de la adopción de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje como instrumento primordial de apoyo a este proceso y no como único recurso. Son incontables los beneficios de las TIC, como lograr que el aprendizaje sea más placentero y significativo, lo que permite a la comunidad educativa la interacción de la información en tiempo real, logrando romper las brechas del tiempo y del espacio entre el docente y el estudiante (Reparaz, n.d.), tal como se detalla en la Figura 1.



Figura 1: Beneficios del lenguaje digital en la educación. (AulaPlaneta, 2015)

En el ámbito educativo no se puede relegar o no estar actualizados en el avance tecnológico tanto del nivel social como particular tomando en cuenta que en la actualidad la juventud posee una habilidad nativa para el manejo de los deportivos tecnológicos (Almiron, 2014a). En España se implementó una serie de políticas educativas como la Escuela 2.0, destinadas a la incorporación de las TIC a instituciones educativas, la misma que no fue aislada del contexto mundial, siendo lo contrario debido a que representaba una política destinada a posibilitar masivamente el acceso a las TIC de todos los estudiantes y docentes que fueron motivados a integrarse a esta política con sus prácticas en el aula (Area Moreira et al., 2014)

El uso de las tecnologías web 2.0 permite al estudiante convertirse en un ente constructor de conocimiento, adquiriendo competencias como trabajo colaborativo, creativo, crítico en el proceso de aprendizaje; por otro lado, el docente necesita estar predispuesto a los cambios metodológicos con el fin de transformar sus estructuras mentales (Hernández, Acevedo, & Martínez, 2014). Las TIC permiten desarrollar varias habilidades de aprendizaje a través de espacios de comunicación, siendo una destreza que se desarrolla con el uso de estas herramientas como lo demuestra la Figura 2 del nuevo paradigma educativo basado en competencias.



Figura 2: Paradigma educativo web 2.0 basado en competencias. (Esteve, 2016)

Las bondades que brinda el uso de la tecnología son incontables, esto permite que el aprendizaje sea más agradable y significativo lo que facilita a la comunidad universitaria tener una interacción en tiempo real logrando reducir los tiempos de espera de aprendizaje tanto para el docente como para el estudiante (Esteve, 2016). La inclusión de las TIC incorporada en los programas curriculares de la educación superior ha permitido mejorar los procesos en la edificación de conocimientos favoreciendo así el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los docentes han modificado sus estrategias y metodologías de enseñanza a través del uso continuo de las TIC de una forma innovadora y significativa, ya que exige la nueva era digital y el alumno; la implementación de estas nuevas herramientas educativas como estrategia de trabajo en equipo y colaborativo, además les permite identificar y solucionar problemas tomando decisiones más acertadas a la realidad (Cabero Almenara, 2013).

La integración adecuada de las TIC a los programas curriculares de la educación superior ha permitido mejorar los procesos tanto en la transmisión como en la construcción del conocimiento, pues gracias al uso de estas herramientas tecnológicas indispensables en el proceso enseñanza- aprendizaje se ha conseguido mejorar la calidad de la educación dentro y fuera del aula (Estévez Carmona, 2010). Uno de los papeles que cumplen los docentes es justamente el uso continuo de las tecnologías, que es una de las formas más innovadora y significativa, lo que ha permitido modificar sus estrategias y metodologías por otras nuevas debido a las exigencias de la nueva era digital y el estudiante en ese ambiente se vuelve un ente activo, crítico y constructivo en su aprendizaje (Linares Pons, Verdecia Martínez, & Álvarez Sánchez, 2014) (Huatuco, 2009). En este sentido tanto docentes como estudiantes se transforman en protagonistas y responsables del uso adecuado y efectivo de las tecnologías; los docentes con sus nuevas estrategias de enseñanza como el trabajo en equipo y colaborativo, enseña a ser críticos, como un guía en identificar y solucionar problemas para tomar las decisiones más acertadas frente a una realidad por medio de las TIC y los estudiantes que adquieren competencias, las mismas que le permitan dar buen sentido al uso de estas tecnologías haciendo que su aprendizaje sea significativo (Hernández et al., 2014).

Cabe indicar que desde que se han implementado los primeros equipos de cómputo en las instituciones de nivel superior, se han visto obsoletos un sinnúmero de dispositivos como los disquetes debido al paso del tiempo, es muy habitual en la actualidad encontrar sistemas telemáticos de aprendizaje: aulas virtuales, videoconferencias entre otras tecnologías que permiten aplicarse en la educación (Lagunes-Domínguez, Torres-Gastelú, Flores-García, & Rodríguez-Figueroa, 2015) (VIVANCO, 2015). Estos últimos años el internet ha tenido una

revolución con la llegada del web 2.0 o la denominada web social, estas herramientas permiten la incorporación del conocimiento con tres características esenciales que son: la tecnología, el conocimiento y el usuario, que tienen una característica principal, la colaboración de contenidos entre usuarios y la compartición de recursos al instante (Area Moreira et al., 2014). El nuevo paradigma causante de la proliferación de nuevas tecnologías principalmente las colaborativas como son las redes sociales wikis, blocks y un sinnúmero de herramientas disponibles en la red, son utilizadas en el nivel educativo, debido a que la mayoría de estas tecnologías 2.0 como son Office 365, Google drive, Moodle, youtube, entre otras son tecnologías disponibles para el almacenamiento masivo de información en la nube, como beneficio de las TIC en la labor docente (Herrera Jiménez, 2017) (Esteve, 2016).

Actualmente la utilización de TIC en el campo educativo ha tenido mayor relevancia en el aprendizaje virtual, caracterizado porque no está confinado a la obligatoriedad del acto presencial de profesor y alumno en una ubicación física en el aula, en un tiempo dado, y tiene el propósito sustancial de que el alumno lo perciba con satisfacción y hasta como un entretenimiento, generando un efecto positivo en la tarea a realizar. A nivel mundial, la enseñanza virtual va ganando cada vez más adeptos. En los últimos años, una de las propuestas que se están manejando en el ámbito internacional del aprendizaje basado en tecnología, es la organización de contenido educativo en la forma de objetos de aprendizaje (OA), consideradas como herramientas interactivas basadas en la web, que permiten el incremento del proceso cognitivo, y su desarrollo se rige por aspectos pedagógicos, como son los objetivos según el contenido, y deben estar presentes en ellos elementos que contextualicen a los educandos. Los OA se desarrollan en un marco pedagógico sustentado en teorías constructivistas de aprendizaje, que bien se definen en el aprendizaje significativo de Ausubel, la ponderación de la heurística del enfoque histórico cultural de Vygotsky, en las nuevas teorías planteadas por Gardner con las inteligencias múltiples, o Gibbons con los nuevos modos de conocer (De la Torre & Gómez, 2012).

La tecnología convive con nosotros y debemos aprovecharla en beneficio de nuestro aprendizaje. Las ventajas que las TIC proporcionan tanto al docente como a los estudiantes, entre ellas menciona: la motivación que siente el estudiante, lo lleva a buscar la información por sus propios medios, aplicando las TIC en sus investigaciones o en todo aquello en lo que siente interés por aprender. El interés dependerá del hábito que tenga establecido el estudiante, por utilizar las TIC como herramienta didáctica, la misma que ha sido incluida en su educación desde sus inicios y que se ha fortalecido con los años, por el uso constante del docente que ha creado el hábito en sus estudiantes (Bodero & Alvarado, 2014). La interacción de la información, con los docentes y compañeros, traspasará el salón de clases y la universidad. Con el trabajo cooperativo, las tareas se harán en conjunto, respetando la autonomía y la creatividad de cada uno, ya sea aprendiendo, intercambiando experiencias e información, elaborando proyectos, investigaciones, ensayos y enriqueciendo su aprendizaje en beneficio de ellos mismos. La retroalimentación, los hará consciente de reconocer sus errores y corregirlos sin necesidad de recurrir a sus maestros. El uso de las TIC en la educación, apunta a un nuevo tipo de docente y estudiante. Por su lado, el docente ya no es considerado la fuente total del conocimiento, pues viene a convertirse en un guía o acompañante del estudiante en la adquisición del aprendizaje. Por su parte el estudiante ya no es un ente pasivo (Almiron, 2014b).

En el Ecuador la base legal dentro del plan del Buen Vivir, la Constitución del Ecuador, promulgada el 20 de octubre del 2008, el Art. 347, numeral 1 tiene como política de Estado fortalecer la educación pública y la coeducación. Actualmente las instituciones educativas públicas, tienen una mejor infraestructura, preocupándose que exista tecnología de punta para un mejor rendimiento del proceso enseñanza-aprendizaje. En el numeral 7 y 8 expresa “el fin de erradicar el analfabetismo puro, funcional y digital e incorporar las tecnologías de la información y comunicación en el proceso educativo y propiciar el enlace de la enseñanza con las actividades productivas o sociales”. Las instituciones públicas y privadas deben estar acondicionadas con la tecnología, contar con salones de computación, proyectores en los salones de clases y brindar acceso de red inalámbrica. Así mismo contar con docentes capacitados para el manejo e implementación de programas didácticos y pedagógicos, que faciliten el aprendizaje de las tecnologías, aplicándolas en todas las asignaturas. De acuerdo a lo establecido en la LOES en su Art. 5 literal C, son derechos de los estudiantes, contar y acceder a los medios y recursos adecuados para su formación superior; garantizados por la constitución. Para cumplir con los fines de la Educación Superior, que establece el Art. 8 de la LOES, es fundamental formar profesionales,

de acuerdo a las necesidades actuales del país. El Estado actuará bajo el principio de pertinencia, que consiste en que ésta, responda a las expectativas y necesidades de la sociedad, a la planificación nacional y al régimen de desarrollo científico, como humanístico, tecnología mundial y a la diversidad cultural. Razón por la cual, se está fomentando la educación superior, con una visión científica, dotándola de nuevas herramientas tecnológicas que sirvan para la recopilación de datos informáticos, para realizar actividades de formación profesional en los estudiantes universitarios (Bodero & Alvarado, 2014). La cobertura y el acceso a internet a nivel nacional en los últimos años ha sido utilizada en actividades educativas en las diferentes áreas regionales, como lo demuestra la Figura 3

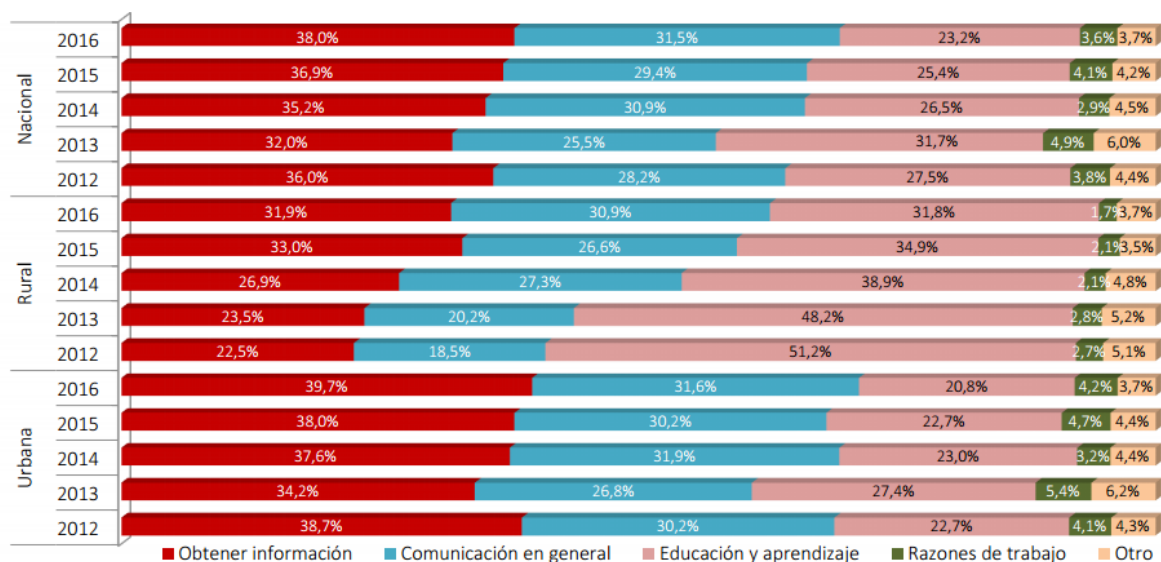


Figura 3: Razones de uso de internet por área (INEC, 2016)

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la presente investigación se realizó un análisis cualitativo, el cual permitió identificar el objetivo de estudio, la encuesta tipo cuestionario diseñado en la herramienta Office Forms que permitió automatizar los resultados con la ayuda de Microsoft Excel que se ejecutó en cinco días, dicho instrumento se aplicó a una muestra de 127 estudiantes y 20 docentes pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Sistemas computacionales (CISIC) que ha recibido clases con al menos una herramienta tecnológica.

La CISIC es una carrera de la Facultad de Ingeniería en Ciencias aplicadas (FICA) que se caracteriza por ser pionera en el uso de la tecnología aplicada al proceso de enseñanza- aprendizaje, con la utilización de aulas virtuales, portafolios docentes y estudiantiles, comunicación por correos electrónicos, redes sociales, blogs, wiki entre otras herramientas.

Los beneficios de las TIC en la educación superior, especialmente en la CISIC son innumerables, siendo los más importantes el de tener una comunicación eficiente por medio de las redes sociales, información correspondiente al syllabus en los portafolios docentes y estudiantiles, así como también recursos para el estudiante, notas de sus actividades académicas, porcentaje de asistencia, etc., desde cualquier lugar que se tenga acceso a internet.

RESULTADOS

A continuación, se muestra los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes de la CISIC. Como se observa en la Tabla 1, de los datos obtenidos de la encuesta sobre la importancia del uso de las TIC en el aula para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se visualiza que la mayoría de docentes utilizan herramientas tecnológicas para este proceso.

Tabla 1
Resultados del uso de las TIC en el aula

Pregunta	Valor	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	16	80%
Totalmente en desacuerdo	2	10%
De acuerdo	2	10%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0	0%
Total	20	100%

De igual manera los estudiantes están totalmente de acuerdo sobre la importancia del uso de las TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje como se observa en la tabla 2.

Tabla 2
Resultados del uso de las TIC en el proceso enseñanza - aprendizaje

Pregunta	Valor	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	59	46%
Totalmente en desacuerdo	54	43%
De acuerdo	8	6%
En desacuerdo	5	4%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	1	1%
Total	127	100%

En la tabla 3 se puede observar que las herramientas tecnológicas que los docentes utilizan con preferencia son las aulas virtuales y el portafolio docente, sin dejar a un lado las redes sociales y herramientas 2.0

Tabla 3
Herramientas tecnológicas utilizadas por los docentes

Pregunta	Valor	Porcentaje
Aulas virtuales	19	33%
Portafolio Docente	19	33%
Redes sociales	8	14%
Herramientas web 2.0	7	12%
Blogs	4	7%
Suma	57	100%

La mayoría de los estudiantes de la CISIC consideran que la web 2.0 tales como Youtube, LinkedIn, Facebook y Twitter son herramientas tecnológicas de uso educativo que ayudan en la comunicación con los docentes de una manera rápida, eficiente, económica y oportuna como se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4
Herramientas tecnológicas utilizadas por los estudiantes

Pregunta	Valor	Porcentaje
De acuerdo	58	46%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	41	32%
Totalmente de acuerdo	21	17%
En desacuerdo	5	4%
Totalmente en desacuerdo	2	2%
	127	100%

La tabla 5 se observa la preferencia por el uso de la biblioteca virtual debido a que estas están disponibles todo el tiempo; sin embargo, el uso de las bibliotecas tradicionales es de gran aporte para el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Tabla 5
Uso de Bibliotecas virtuales

Pregunta	Valor	Porcentaje
Bibliotecas virtuales	71	56%
Bibliotecas	21	17%
Redes sociales	18	14%
Libros físicos	17	13%
	127	100%

DISCUSIÓN

El presente estudio permitió conocer las preferencias de uso en TIC por parte de los docentes y estudiantes de la CISIC en comparación con el trabajo realizado por Lagunes-Dominguez et all. (2015), que no manifiesta predilección en el empleo de estas herramientas. La CISIC cuenta con una infraestructura tecnológica actualizada y está en constante transformación pedagógica para mejorar la calidad de educación superior.

Los datos de las tablas 3 y 4 manifiestan la prioridad de las TIC en el proceso de educación por parte de los estudiantes de la CISIC.

Finalmente, se puede decir que la CISIC tiene un elevado porcentaje en el uso de TIC en la educación con herramientas como portafolios docentes y estudiantiles, además los estudiantes prefieren utilizar bibliotecas virtuales en su proceso de aprendizaje como se indica en la tabla 5.

CONCLUSIONES

Las herramientas TIC son de gran importancia en el proceso enseñanza-aprendizaje, de hecho, lo demuestra la Tabla 1 y Tabla 2 donde la mayoría de docentes y estudiantes utilizan con mayor frecuencia para mejorar el desarrollo educativo.

Docentes y estudiantes prefieren plataformas tecnológicas como Portafolios docentes y aulas virtuales, así como también el uso frecuente de herramientas en línea como youtube, facebook, linkedln y twitter como medios eficientes de comunicación incluyendo otras herramientas web 2.0, según se evidencia en la Tabla 3 y Tabla 4, lo que evidencia lo productivas y beneficiosas que resultan estas herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La mayoría de docentes y estudiantes se inclinan hacia el uso frecuente de bibliotecas virtuales como se observa en la Tabla 5, lo que se puede deducir una vez más los beneficios del uso de las herramientas tecnológicas que permiten reducir el tiempo de espera del aprendizaje y haciendo de este un aprendizaje significativo.

Finalmente es necesario fortalecer el uso de las TIC en el aula en todos los niveles de educación para lograr romper los esquemas de la educación tradicional y entrar en la era digital contemporánea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Almiron, M. E. (2014a). in Teaching : An Analysis of Cases, 16, 152–160.

Almiron, M. E. (2014b). Las TIC en la enseñanza: Un análisis de casos. *REDIE*, 16, 152–160.

Area Moreira, M., Alonso Cano, C., Correa Gorospe, J., Moral Pérez, M., Pons, J. de P., Paredes Labra, J., ... Valverde Berrocoso, J. (2014). Las políticaseducativas TIC en España después del Programa Escuela 2.0. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 13(2), 1–16. <http://doi.org/10.17398/1695>

AulaPlaneta. (2015). Diez beneficios del lenguaje digital en la educación. Retrieved June 18, 2017, from http://www.aulaplaneta.com/wp-content/uploads/2015/03/INFOGRAFÍA_Diez-beneficios-del-lenguaje-digital-en-la-educación.pdf

- Bodero, L., & Alvarado, Z. (2014). Los beneficios de aplicar las TICs en la Universidad. *Yachana*, 3(2), 119–125.
- Cabero Almenara, J. (2013). Formación del profesorado universitario en TIC. Aplicación del método Delphi para la selección de los contenidos formativos. *Educación XXI*, 17(1), 111–132. <http://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.10707>
- De la Torre, L., & Gómez, J. (2012). Las Tic En El Proceso De Enseñanza Aprendizaje a Través De Los Objetos De Aprendizaje. *Revista Cubana de Informática Médica*, 4(1), 91–100. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rcim/v4n1/rcim08112.pdf>
- Esteve, F. (2016). Bolonia y las TIC: de la docencia 1.0 al aprendizaje 2.0. *La Cuestión Universitaria*, 0(5), 58–67. Retrieved from <http://polired.upm.es/index.php/lacuestionuniversitaria/article/view/3337/3402>
- Estévez Carmona, M. E. (2010). Análisis y Beneficios de la Incorporación de las TIC en el área de Lengua Castellana y Literatura. *Revista de Medios Y Educación*.
- Hernández, L., Acevedo, J., & Martínez, C. (2014). El uso de las TIC en el aula : un análisis en términos de efectividad y eficacia. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación Y Educación*, 1–21.
- Herrera Jiménez, A. M. (2017). Una mirada reflexiva sobre las TIC en Educación Superior. *REDIE*, 17, 4–5.
- Huatuco, R. M. W. L. V. (2009). El uso de las TIC en la enseñanza profesional. *Revista de La Facultad de Ingeniería Industrial UNMSM*, 12(2), 61–67.
- INEC. (2016). *Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC'S) 2016. ecuaorencifras*. Retrieved from http://www.ecuaorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2016/170125.Presentacion_Tics_2016.pdf
- Lagunes-Domínguez, A., Torres-Gastelú, C. A., Flores-García, M. A., & Rodríguez-Figueroa, A. (2015). Comparativo del uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) por profesores de dos universidades públicas de México. *Formacion Universitaria*, 8(2), 11–18. <http://doi.org/10.4067/S0718-50062015000200003>
- Linares Pons, N., Verdecia Martínez, E. Y., & Álvarez Sánchez, E. A. (2014). Tendencias en el desarrollo de las TIC y su impacto en el campo de la enseñanza. (Spanish). *Trends in the Development of ICT and Its Impact on the Field of Teaching. (English)*, 8(1), 127–139. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=94967094&lang=es&site=ehost-live>
- Reparaz, C. (n.d.). Enseñar y aprender con las TIC Teaching and Larning with ICT, 20, 9–19.
- VIVANCO, G. (2015). Educación y tecnologías de la información y la comunicación ¿es posible valorar la diversidad en el marco de la tendencia homogeneizadora? *Revista Brasileira de Educação*, 20(61), 297–315. <http://doi.org/10.1590/S1413-24782015206102>



DISPOSITIVO MECATRÓNICO DE APRENDIZAJE BRAILLE PARA NIÑOS Y NIÑAS NO VIDENTES

MECHATRONIC BRAILLE LEARNING DEVICE FOR VISION-IMPAIRED CHILDREN

Luz María Tobar¹

Harold Carrasco¹

Dany Orbes¹

Christian Vásquez¹

Luis Garzón¹

Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

crvasquez@utn.edu.ec

Resumen:

El proyecto propone el uso de un módulo de aprendizaje sensorial y auditivo, que permite a niñas y niños de 3 a 8 años generar letras o palabras que se reproducen de forma auditiva y táctil. Se diseñó el sistema en un módulo didáctico a fin de hacer del aprendizaje interactivo y dinámico. Este proyecto presenta una recopilación de métodos y herramientas didácticas para niños no videntes. Se implementa la metodología mecatrónica en el diseño, utilizando la tecnología de fuente abierta con hardware y software libre. Esto permitirá que el niño no vidente pueda manejar el dispositivo sin requerir asistencia del tutor. El dispositivo mecatrónico de aprendizaje autónomo consta de dos paneles denominados: panel de enseñanzas y panel de guía; además, queda abierto para la implementación de otras modalidades. La reacción del relieve en el panel de guía se efectúa con dispositivos electromecánicos, y el panel de enseñanza emplea botones de enclavamiento con relieve. El diseño se realizó bajo las normativas de la CBE (Comisión de Braille Española), y las normativas ISO (La Organización Internacional para la Estandarización). El dispositivo mecatrónico de aprendizaje Braille cumple el objetivo de contribuir al aprendizaje de lenguaje Braille a niños comprendidos entre las edades de 3 a 8 años. Finalmente, se realizaron pruebas in situ con niños no videntes; para valorar el prototipo, y así realizar el mejoramiento del mismo.

***Palabras Clave:** dispositivo mecatrónico, educación inclusiva, aprendizaje individual, sistema de lenguaje Braille, pedagogía tecnológica.*

Abstract: This work explains the use of an audible and tactile learning module, that allows kids from three to eight years old to generate letters or words that are reproduced in audible and tactile ways. The system was designed in a didactic module to make the learning process interactive and intuitive. This project presents a compilation of methods and didactic tools for vision-impaired kids. Mechatronic methodology is implemented in the design process, using open source technology. This will allow the vision-impaired kid to operate the device without the assistance of her/his tutor. The mechatronic autonomous-learning device consists of two panels labelled: learning panel and guidance panel; and, it is also open for implementation of other modalities. The response of the surface on the guidance panel is performed with electromechanical devices, and the learning panel uses interlocking buttons with relief. The design was realized under the CBE (Spanish Braille commission), and ISO norms. The Braille mechatronic learning device complies with the objective of teaching Braille language to kids from three to eight years old. Finally, in-situ tests were performed with vision-impaired kids; to assess and enhance the prototype.

***Keywords:** mechatronic device, inclusive education, individual learning, Braille language, technological pedagogy.*

INTRODUCCIÓN

Las personas con capacidades visuales diferentes, usan el lenguaje Braille, para poder comunicarse, “ es gracias al sistema Braille que las personas no videntes pueden acceder mediante el tacto a lo que sus ojos les niegan” (Rodríguez, 2016) No obstante, para que un niño o niña cuyas edades oscilan entre 3 a 8 años utilice este sistema, se requiere un proceso de aprendizaje de lenguaje; que puede llegar a ser complejo y lento, puesto que requiere constancia del niño y de su núcleo familiar así como motivación del sistema escolar, (Barlow-Brown, 2016). Por ello, este trabajo pretende constituirse en un puente que ayude a superar este proceso con éxito e inclusión. Según el Consejo Nacional para la Igualdad de las Discapacidades, (CONADIS Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, 2016) el índice de discapacidad visual en el Ecuador es de un 12,8%, de los cuales el 1,57% son niños lo cual es un índice considerable. De ahí, la necesidad de contar con dispositivos tecnológicos que promuevan la inclusión educativa, siendo las TICs una herramienta que contribuya a los procesos de enseñanza.

Existen actualmente varias herramientas tecnológicas para ayudar en el aprendizaje del lenguaje Braille, (RNIB - Supporting people with sight loss, 017), aunque su costo y disponibilidad dificultan su adquisición. En Latinoamérica este tema de investigación ha sido estudiado por (Giraldo Peñaranda, Jiménez Hernández, Hernández Suárez, Acosta Villamizar, & Dussán Álvarez, 2004), quien presenta la construcción de un prototipo que permite al usuario aprender a escribir y leer: letras, sílabas, palabras y frases cortas en el sistema Braille a través de la retroalimentación auditiva de los fonemas escritos. Hay que destacar los trabajos de (Cesar Hernández, Luis F. Pedraza, & Danilo López, 2011) y (Hernández S., Jiménez H., Juez C., & Galvis), este último se encuentra en pruebas de campo buscando la construcción de un prototipo que para solucionar el problema social de la integración escolar de los niños con limitación visual. En el Ecuador este tema de investigación ha sido muy poco abordado desde el punto de vista tecnológico, por ejemplo: en (Aldaz & Pallo, 2016) se analiza el diseño e implementación de un sistema electrónico, que permite enseñar el lenguaje Braille a personas no videntes y a la vez ofrece cierta autonomía en su instrucción. Esto indica que todavía no existen proyectos que investiguen este tema de forma autónoma. También, existen estudios didácticos como en (Calderón Sánchez & Vega Sánchez, 2011), donde se menciona la elaboración de guías para el uso de material didáctico para el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Como una alternativa a esta problemática, el siguiente trabajo de investigación presenta el módulo de aprendizaje Braille que se denomina “DUMPI”; el mismo que propone el uso de un sistema mecatrónico referido en (LUCIANO CHIANG SÁNCHEZ, 2003), para permitir a las niñas y niños de 3 a 8 años no videntes, aprender el lenguaje Braille. El sistema promueve un cambio de paradigma en la educación inclusiva y autónoma, mejora las posibilidades de acceso a la educación de las personas con capacidad visual diferente.

DUMPI se incrusta en un oso de felpa, consta de dos paneles, uno de enseñanza y otro de guía. Cuando en el dispositivo se selecciona el módulo de vocales, el panel de guía muestra de forma automática la vocal; para que el usuario aplaste los pulsadores en el panel de enseñanza y así aprenda. Los pulsadores del panel de enseñanza están conectados a un circuito anti rebotes lo que permite una mejor lectura.

El prototipo mecatrónico permite mejorar el tiempo de aprendizaje inicial del lenguaje Braille, elevando el grado de autonomía del usuario. Dentro de los resultados se obtiene: un producto amigable con el usuario no vidente, desarrollado en una plataforma libre, con carcasa resistente y ergonómica para el uso del dispositivo.

El objetivo principal de la investigación es construir un módulo en forma de juguete de aprendizaje a través de un sistema mecánico y electrónico, para niños no videntes comprendidos entre los 3 y 8 años.

El trabajo se construye a partir de las consideraciones generales y metodológicas, describe los componentes mecánicos y electrónicos que conforman el dispositivo. Además, explica el software empleado y expone la implementación del dispositivo. Finalmente, valida y corrige errores, así como presenta los resultados.

Consideraciones Generales y Metodológicas

El lenguaje Braille fue inventado por Luis Braille, (Javier Jiménez, y otros, 2009), el sistema se caracteriza por la combinación de puntos en relieve sobre una sucesión de celdas. Cada celda posee seis puntos dispuestos en

dos columnas de tres puntos cada una, según (Comisión Braille Española ONCE, 2005). La numeración de los puntos permite identificar un carácter concreto.

Para el desarrollo tecnológico se contó con una metodología mecatrónica que inicia con el diseño mecánico, electrónico de forma paralela para la construcción del primer prototipo. En el diseño de la caja protectora se toma en cuenta el espacio para la ubicación de los agujeros que permite la salida del relieve, a través de los cuales el usuario puede guiarse empleando el tacto para palpar el relieve y verificar la respuesta ingresada en el panel de enseñanza.

El proceso de aprendizaje del lenguaje Braille

Según (Pring, 1994), en su proyecto sobre la ceguera infantil congénita, evalúa la relevancia de los modelos de adquisición de lectura desarrollados por niños videntes para el aprendizaje del Braille comparado con niños no videntes. Para ello se utilizó una metodología basada en acompañamiento de un tutor, que determinó y analizó los factores que facilitaron el proceso de aprendizaje del sistema Braille para niños no videntes en etapa escolar y sus repercusiones, (Lugo Agudelo & Vanessa Seijas, 2012).

Los resultados de las pruebas se encuentran desarrollados en la sección 7 de esta investigación, las cuales fueron aplicadas por los investigadores.

METODOLOGÍA

Componentes del Dispositivo

El dispositivo se diseña tomando en cuenta la metodología mecatrónica, es decir, el diseño mecánico y electrónico se realiza en forma paralela. En la siguiente sección se explican las condiciones para el diseño mecánico y luego se describen las del diseño electrónico.

Diseño Mecánico

Para el diseño se tomó en cuenta, el tipo de material que debe cumplir dos condiciones: durabilidad y peso. Para brindar mayor seguridad en el diseño de la caja protectora, se redondeó las esquinas; y así, evitar posibles golpes y daños con el usuario. Es necesario diseñar dos paneles, uno que servirá de guía y otro para la enseñanza. Se tomó en cuenta, el tipo de material que debe cumplir dos condiciones: durabilidad y peso. En las siguientes *Figuras* se observan las estructuras externas de la caja protectora y del panel de enseñanza.

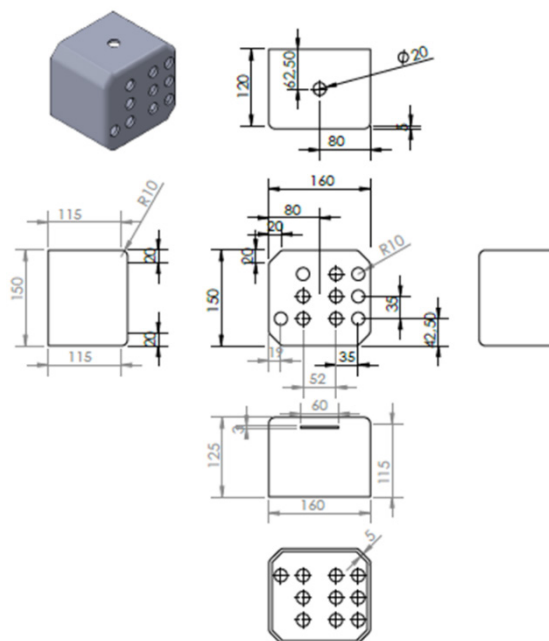


Figura 1. Estructura externa de la caja protectora.

La caja protectora de la Figura 1, se realiza bajo las normativas de la CBE (Comisión de braille española), (Comisión Braille Española ONCE, 2005), y el ONCE (La Organización Nacional de Ciegos Españoles), (ONCE, 2014) en una escala 10:1; de acuerdo a los espacios y diámetros específicos de los botones. En los espacios adyacentes dentro de la caja protectora se utiliza mini servomotores para el accionamiento de los mismos ya que ocupan menos espacio y ayudan a reducir el tamaño.

La estructura externa de la Figura 2, se realizó bajo las normativas de la CBE (Comisión de braille española) y el ONCE (La Organización Nacional de Ciegos Españoles), en una escala 4:1; de acuerdo con los espacios y diámetros específicos de los botones. En esta estructura utiliza botones de enclavamiento para crear el relieve.

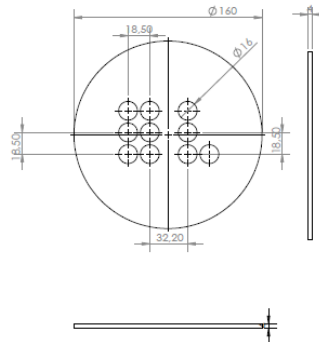


Figura 2. Estructura externa del Panel de enseñanza.

Diseño Electrónico.

El diseño electrónico se divide en siete módulos. A continuación, en la figura 3, se presenta el esquema electrónico para el procesamiento de datos de entrada al sistema; y las señales de control que comandarán a los dispositivos de salida.

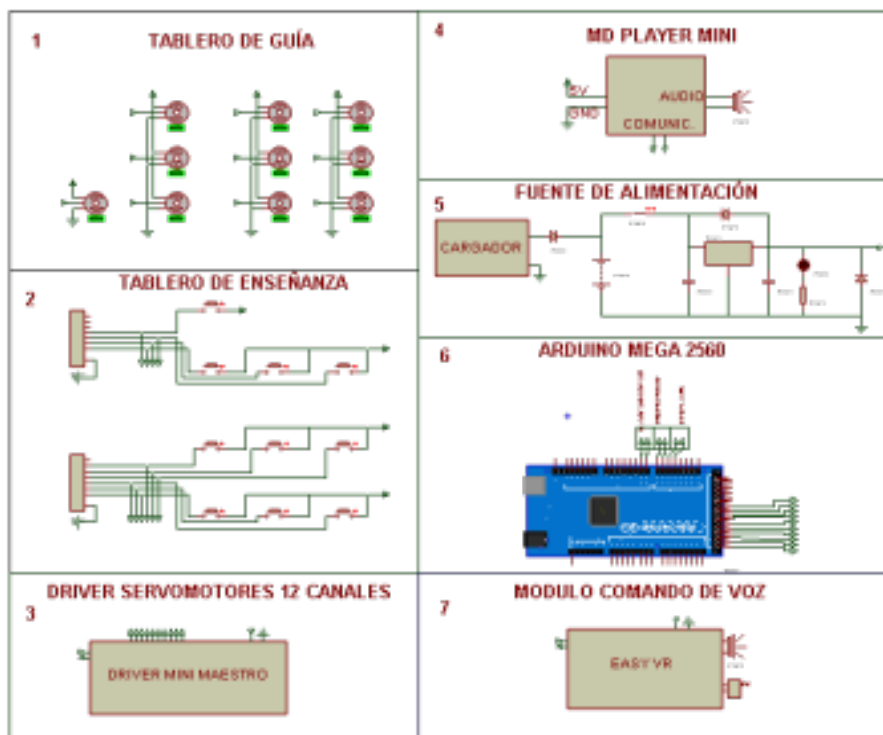


Figura 3. Diagrama electrónico

En la figura. 3 se muestra, el Tablero Guía (1) que expulsará los botones correspondientes al carácter deseado para percepción del usuario. El tablero de enseñanza (2) que recibe la respuesta del usuario para que sea evaluada. El Controlador de Servos USB - 12 Canales (3) se encarga de enviar señales de control adecuadas a los mismos, obteniendo una señal limpia gracias a sus filtros y retroalimentación. El módulo mp3 (Mdfplayer) (4), se conecta con el Arduino mega a través de comunicación RS232 y recibe el orden de las pistas de audio de acuerdo con la modalidad, la duración, y el volumen de la pista. La fuente de alimentación y reguladores de voltaje (5) cuya función es proteger a la tarjeta electrónica contra cortocircuitos y caídas de tensión. La tarjeta Arduino MEGA (6) que se encarga de operar la lógica tanto de las variables de entrada como de la salida. Y finalmente, el Módulo de comandos de voz (7), se encarga de recibir las ordenes e interactuar con los diferentes módulos del juguete Braille.

Software

En la figura 4 se muestra el diagrama de bloques desarrollado para el dispositivo mecatrónico, toda la programación se centraliza en el módulo de Arduino. Los algoritmos de funcionamiento permiten que el dispositivo antes señalado cuente con las siguientes modalidades como: enseñanza (1), de práctico (2), de evaluación (3), de juego (4), y cuenta cuentos.

1. Modo Enseñanza: utiliza ejemplos donde el niño aprende los patrones generados en el tablero guía que recrea en el tablero de enseñanza.
2. Modo Práctico: ejerce diferentes tipos de ejercicios didácticos, donde él niño/a no vidente aplica los conocimientos adquiridos mediante ejemplos que retroalimentan algún error.
3. Modo Evaluación: en este modo se presentan ejercicios con resultados cualitativos que ayuda a precisar el grado de avance en el aprendizaje del lenguaje Braille.
4. Modo juegos: en este se muestran juegos que permita aplicar los conocimientos adquiridos y desarrollar la motricidad del niño no vidente.

Los parámetros siguientes, se tomaron en cuenta para establecer los estándares de programación en el módulo Arduino:

- Patrones de metodologías en cada modalidad
- Manejo de comunicaciones para cada modulo
- Redistribución de información y base de datos
- Manejo de interrupciones y retardos
- Calibración del módulo de comando de voz
- Grabación y prueba de 654 pistas de audio

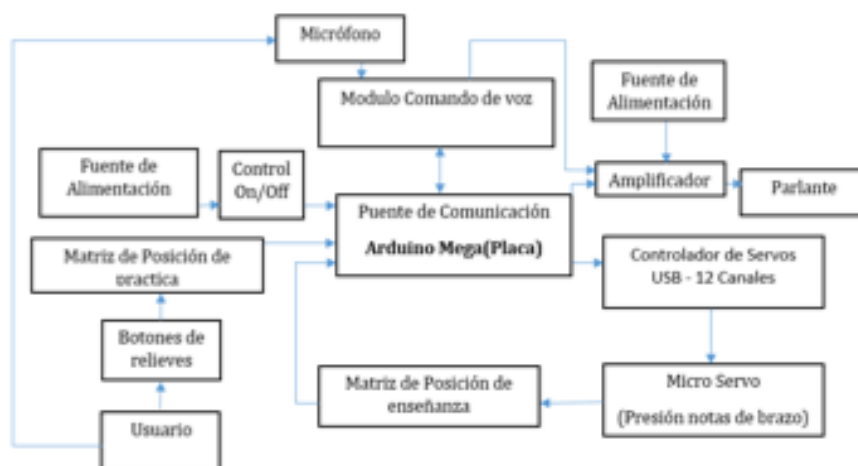


Figura 4. Diagrama de Bloques del dispositivo.

Usuario. Este módulo comprende la entrada inicial de datos a cargo de la persona no-vidente. La primera vez, la persona tendrá una inducción acerca del funcionamiento del dispositivo. Seguido a esto, la persona podrá introducir una señal al sistema de manera auditiva y táctil.

Micrófono. Es un transductor que transforma la energía sonora proveniente de la voz de la persona que usa el dispositivo, a energía eléctrica analógica. Esta energía se analiza en módulos posteriores.

Módulo de comando de voz. Se transforma la señal eléctrica analógica en una señal digital. Después de esto, esta señal digital será equiparada con una señal guardada para poder enviar una instrucción equivalente a dicha señal al módulo de procesamiento de datos.

Puente de comunicación - Arduino Mega. El Mega 2560 es un tablero del microcontrolador basado en el ATmega2560. Cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, Y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador. En este se hallará la programación con las diferentes modalidades, y da la comunicación abierta full dúplex entre el módulo comando de voz, módulo mp3 y driver de servomotores mini maestro de 12 canales.

Amplificador. Con la ayuda de este dispositivo, podremos tener una fidelidad en el audio amplificando la onda de respuesta auditiva para poder ser transportado en el parlante.

Fuentes de Alimentación. Estas fuentes LIPO de 11,5 Voltios y 2.2 amperios, están distribuidas una en la parte del panel de servos y la otra batería en la parte del procesamiento. Con el fin de aislar las interferencias que podrían producir errores en las señales de control.

Parlante. Este dispositivo emite el accionamiento o respuesta auditiva al usuario, permitiéndole dar una guía y respuesta en cada una de las modalidades.

Controlador de servos USB 12 canales. Este dispositivo que es una tarjeta pololu driver-mini-maestro de 12 canales, permite manipular todos los servos a través de comunicación serial; obteniendo mayor exactitud en su manipulación, y a la vez protegiéndoles contra alza o bajas de voltaje y cortocircuitos.

Microservo. El servo digital HD-1810MG de Power HD es un servo miniatura con electrónica de control digital que se encargará de expulsar o retraer los botones, para mostrar un carácter al usuario.

Matriz de Posición de enseñanza. Esta matriz esta distribuida por 10 servomotores los cuales están alineados correspondientemente a las normas de la CBE(Comisión de Braille Española)

Botones de Relieve. Estos botones cilíndricos de MDF ayudan a recrear el relieve y es están conectados con los servomotores a través de un mecanismo biela – manivela.

Matriz de posición de práctica. Esta Matriz está hecha por un tablero de 10 botones de enclavamiento, en un orden específico según las normas de la CBE (Comisión de Braille Española). Donde la persona recrea los patrones aprendidos.

IMPLEMENTACIÓN

Esta etapa se explica la simulación del mecanismo biela - manivela con cilindro limitador, para el relieve de los botones. A continuación, se presenta el mecanismo externo e interno del relieve para los botones, ver figura 5.

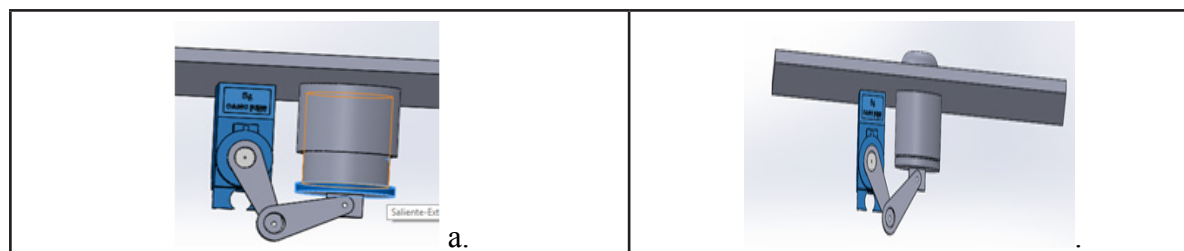


Figura 5. Mecanismo del relieve. (a. Mecanismo inactivo), y (b. Mecanismo Activo).

En la figura 6 se presenta el diseño 3D de los paneles de Guía y de Enseñanza. El panel Guía es el encargado de indicar la letra en lenguaje Braille de forma automática, a diferencia del panel de Enseñanza que permite la práctica del lenguaje.



Figura 6. Paneles del dispositivo (a. Panel de Guía) y, (b. Panel de Enseñanza).

El diagrama electrónico de los 10 micro-servomotores ubicado en el tablero de guía se ve en la figura 7, para la ubicación de los botones en el tablero de enseñanza se realizó conservando las distancias que se menciona en el código Braille, ver (Comisión Braille Española ONCE, 2005) .

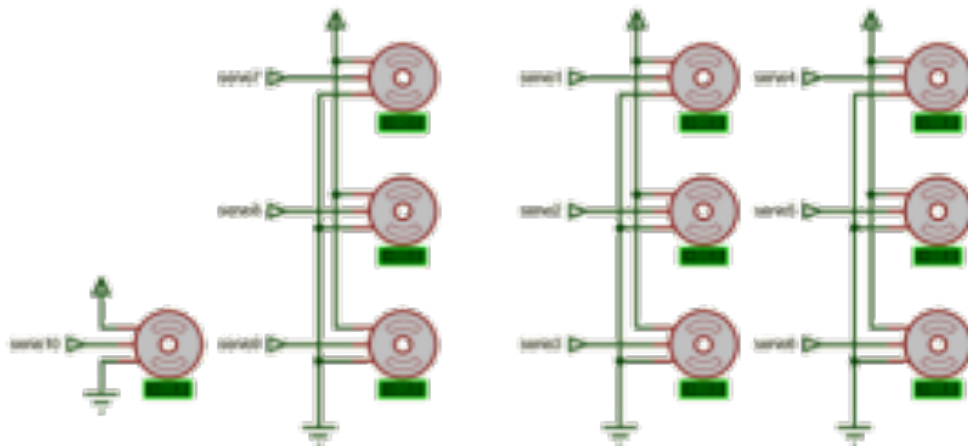


Figura 7. Circuito de actuadores para el tablero de enseñanza

En el tablero de enseñanza se encuentran los botones que se utilizarán para reforzar la destreza de los niños utilizando el método de comparación con el tablero de guía.

VALIDACIÓN Y CORRECCIONES

El producto final (tercer diseño) presenta tres características: 1) Carcasa de material MDF, 2) caja protectora de circuitos eléctricos sin esquinas y con tapas y 3) accionamiento de botones automáticos con mini servomotores.

En la etapa de valoración del primer prototipo se consideraron parámetros como: calibración, posicionamiento e interferencia de los servomotores. Salida de los pulsadores sin interferencias. Tiempo de consumo y carga de la batería. Y salida de audio del dispositivo.

El diseño final se embebe en un oso de felpa, el material que se seleccionó para la caja protectora es el MDF. Además, cuenta con un circuito anti rebotes que evita posibles señales falsas en el menú de selecciones. Se eliminó el ventilador para disminuir el consumo de corriente. En la figura. 8, se presenta el diseño final del primer prototipo.

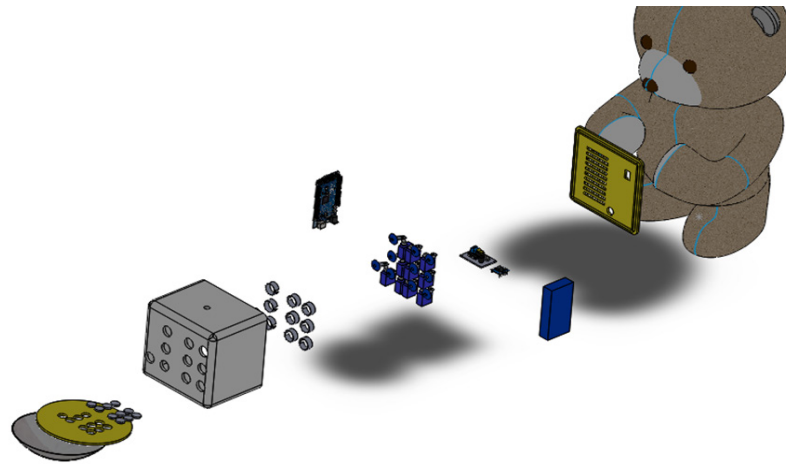


Figura 8. Despiece del juguete autónomo Braille

RESULTADOS

Para evaluar el dispositivo mecatrónico se utilizó 5 modalidades a saber: práctico, enseñanza, evaluación, juegos y cuenta cuentos. Las pruebas se realizaron a dos niños no videntes (Carlita y Steven, cuyos nombres son seudónimos, de acuerdo con el pedido de confidencialidad de sus padres) de tres años, la duración de las pruebas fue de 3 semanas. Se seleccionó en modo de comando de voz, para tener una interacción más cercana del juguete con el niño no vidente.

Como resultados se tienen que los niños aprenden las vocales, el abecedario, los números, los signos y las mayúsculas en lenguaje Braille. Además, desarrolla la motricidad fina y gruesa. Las siguientes figuras presentan los resultados.



Figura 9. Prueba de enseñanza vocales.

La figura 9 hace referencia a las pruebas de las vocales, se aplicaron cinco pruebas en diferentes días de la semana, previo su uso, se capacitó en el manejo del dispositivo a los niños y a sus representantes, explicando la metodología de las pruebas que se iban a realizar. Siguiendo el protocolo de pedagogía Braille, (Pilar Aguirre Barco, y otros). Se inicia las pruebas con la modalidad de enseñanza, práctica y juegos; una vez realizadas estas modalidades se aplica el modo test.

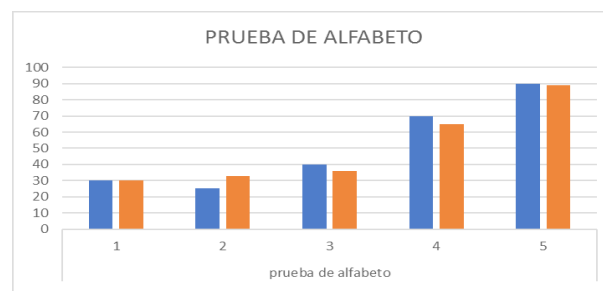


Figura10. Prueba de enseñanza del abecedario.

Se conserva el mismo protocolo de las pruebas de las vocales para las del abecedario. En esta prueba solo se evalúa el 30% del contenido. Manteniendo el protocolo de pedagogía braille, se aplicó las pruebas en las modalidades de enseñanza, práctica y juegos; al finalizar se realiza el modo test.

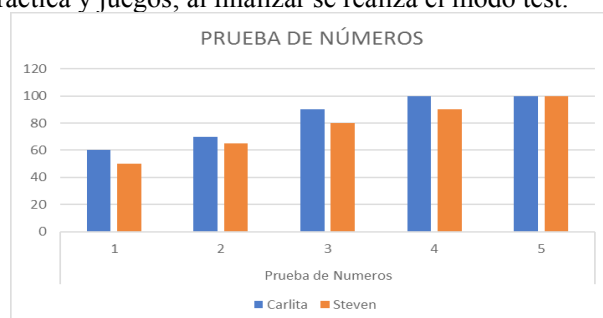


Figura. 11. Prueba de enseñanza de Números

Para las pruebas de los números se mantiene el mismo protocolo que las antes mencionadas. En la figura 11 se presentan los resultados.

Las figuras 9, 10 y 11 detallan un avance en el aprendizaje de los niños no videntes, dando como resultado de casi el 100% de los aciertos en casi todas las pruebas.

CONCLUSIONES

- El módulo propuesto aplica las mismas bases y fundamentos sobre los cuales se creó el sistema de aprendizaje Braille. Esto propone un escenario familiar para los usuarios no videntes, ya que se basa en un estándar de lectura-escritura.
- Los distintos modos de funcionamiento permitirán al usuario perfeccionar sus técnicas de aprendizaje en la escritura y lectura, puesto que estos incluyen ejemplificación audible y varios ejercicios de entrenamiento.
- Esta investigación representa una manera de combinar la tecnología con la pedagogía, convirtiéndose en la idea perfecta para enseñar a las personas con capacidades visuales diferentes.
- La tecnología empleada en el Módulo Braille permitirá que los niños con capacidades visuales diferentes se integren al proceso de aprendizaje. Adicionalmente, logra motivarlos, que disfruten del proceso y se interesen en el mismo.
- Contribuye al desarrollo del sentido del tacto, que es esencial en las personas no videntes. Promueve la autonomía del niño con capacidades visuales diferentes, mejorando su sistema auditivo gracias al módulo de voz con el que cuenta.
- Promueve el acceso al sistema educativo de niñas y niños de entre 3 y 8 años lo que contribuye a la inclusión en la sociedad y proyecta una mejor calidad de vida.
- Se diferencia de otras investigaciones similares ya que cuenta con un sistema amigable de enseñanza de lenguaje braille que incluye un sistema de audio, modo de juego, y modo cuenta cuentos. Y su estructura mecánica es portable, liviana, resistente, interactiva, y lúdica.
- Después de las pruebas se concluye que el método de aprendizaje fue el adecuado ya que el niño identificó correctamente los puntos de las secuencias sin mostrar confusión en el aprendizaje de vocales y números.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte y a la carrera de Ingeniería en Mecatrónica y Sistemas.

REFERENCIAS

- Aldaz, A., & Pallo, J. (08 de Marzo de 2016). Sistema Electrónico para la enseñanza del Lenguaje Braille a Personas Invidentes. *Artículos Ingeniería Electrónica y Comunicaciones*. Obtenido de <http://redi.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31073>
- Barlow-Brown, N. C. (2016). Reading difficulties in blind, braille-reading children. *British Journal of Visual Impairment*, 24(1), 37-39. doi:10.1177/0264619606060035
- Calderón Sánchez, R., & Vega Sánchez, A. (2011). *Elaboración de una guía del uso del material didáctico para el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de matemáticas para niños con discapacidad visual incluidos en el segundo año de educación básica*. Cuenca: UPS.
- Cesar Hernández, Luis F. Pedraza , & Danilo López. (2011). Dispositivo tecnológico para la optimización del tiempo de aprendizaje del lenguaje Braille en personas invidentes. Bogota: Rev. salud pública. *REVISTA DE SALUD PÚBLICA*, 13(5), 865-873. Obtenido de <http://www.scielo.org/pdf/rsap/v13n5/v13n5a15.pdf>
- Comisión Braille Española ONCE. (2005). Guías de la Comisión Braille Española Signografía básica. *Comisión Braille Española*, 1, 1-2 - 14-6. Obtenido de <http://sid.usal.es/docs/F8/FDO12069/signografiabasica.pdf>
- CONADIS Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2 de Mayo de 2016). *INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD*. Obtenido de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html>
- Giraldo Peñaranda, L., Jiménez Hernández, L., Hernández Suárez, C., Acosta Villamizar, F., & Dussán Álvarez, M. (2004). Sistema electrónico mecánico para el aprendizaje de la lecto-escritura del braile. . *Umbral Científico*, 59-65.
- Hernández S. , C., Jiménez H. , L., Juez C. , G., & Galvis , J. (s.f.). *El SEMLEB Una Herramienta Para La Enseñanza De La Lecto-Escritura En Niños Con Discapacidad Visual*. Obtenido de <http://www.iiis.org/cds2008/cd2008csc/cisci2008/paperspdf/c673jl.pdf>
- ISMAEL MARTÍNEZ, L. D. (2004). *Guía Didáctica para la Lectoescritura Braille*. Madrid: ONCE.
- Javier Jiménez, Jesús Olea, Jesús Torres, Inmaculada Alonso, Dirk Harder, & Konstanze Fischer. (2009). Biography of Louis Braille and Invention of the Braille Alphabet. *Survey of Ophthalmology*, 54(1), 142-19. Obtenido de <http://doi.org/10.1016/j.survophthal.2008.10.006>
- LUCIANO CHIANG SÁNCHEZ. (2003). *DISEÑO CONCEPTUAL DE PRODUCTOS MECATRÓNICOS*. Obtenido de <http://docentes.uto.edu.bo/mruizo/wp-content/uploads/5562256-DISENO-CONCEPTUAL-DE-PRODUCTOS-MECATRONICOS.pdf>
- Lugo Agudelo, L., & Vanessa Seijas. (2012). La discapacidad en Colombia: una mirada global. *Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación*, 22(2), 164-179. Obtenido de <http://www.revistacmfr.org/index.php/rcmfr/article/view/64>
- ONCE. (2014). DOCUMENTO TÉCNICO B 2 DE LA COMISIÓN BRAILLE ESPAÑOLA, SINOGRAFÍA BÁSICA. 1.
- Pilar Aguirre Barco, José Miguel Gil Angulo, Jorge Luis González Fernández, Victoria Osuna Gómez, Dolores Carmen Polo Serrano, Diana Vallejo de Castro, & M^a Carmen Angulo Domínguez. (s.f.). MANUAL DE ATENCIÓN AL ALUMNADO CON NECESIDADES ESPECÍFICAS DE APOYO EDUCATIVO DERIVADAS DE DISCAPACIDAD VISUAL Y SORDOCEGUERA. *Consejería de Educación - México*.
- Pring, L. (1994). Touch and Go: Learning to Read Braille. *International Reading Association*, 29(1), 67-74. Obtenido de http://research.gold.ac.uk/5739/1/Pring_1994_RRQ.pdf

RNIB - Supporting people with sight loss. (017). *Smart Beetle braille display*. (Royal National Institute of Blind People Shop) Obtenido de <http://shop.rnib.org.uk/braille/clover-handle-1a6ab8.html>

Rodríguez, D. (19 de Junio de 2016). *Inclusión educativa para niños ciegos*. Recuperado el Lunes de Abril de 2017, de <http://inclusionparaciegos.blogspot.com/2016/06/sistema-braille.html>



**DIAGNÓSTICO DE LA COMPRENSIÓN LECTORA A NIVEL
INFERENCIAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

**DIAGNOSIS OF READING UNDERSTANDING AT INFERENTIAL
LEVEL IN HIGHER EDUCATION**

Carpio Pineda¹

Nancy Cervantes¹

Silvia Arciniega¹

Daisy Imbaquingo¹

Antonio Quiña¹

¹Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador

capineda@utn.edu.ec

Resumen

La comprensión lectora constituye una habilidad importante para el desarrollo de las tareas diarias e imprescindible para la ejecución de las actividades académicas de los estudiantes universitarios. El objetivo de la investigación fue diagnosticar el nivel de comprensión lectora en los estudiantes universitarios de primer año para reconocer sus principales falencias a nivel inferencial. Entre las fuentes bibliográficas utilizadas se destacan la investigación realizada por la Universidad de Piura, en la que se aplican las pruebas estandarizadas de PISA (López & Pedraza, 2017), así como estrategias de mejoramiento de la capacidad inferencial (Cisneros, Olave, & Rojas, 2012), (Cisneros, Olave, & Rojas, 2010), (Gutierrez-Braojos & Salmerón, 2012), (Flores, Díaz, & Lagos, 2017) como referentes teóricos adicionales. La investigación pertenece al paradigma cualitativo y se aplicó el método de la descripción en el cual se explica el fenómeno de la comprensión lectora. Las técnicas de recolección de datos fueron la encuesta y el análisis documental. Los resultados alcanzados en esta fase permiten evidenciar que un 95% de los estudiantes de primer año tienen una habilidad de lectura a nivel literal aceptable, es decir de recuperación de datos a partir de una información; no así, a nivel inferencial en la que un 75% tienen una limitada habilidad para: interpretar párrafos, contrastar, reconocer ideas implícitas y deducir conclusiones, destacando que de acuerdo al proceso de formación académica, los estudiantes deberían ya haber desarrollado esta habilidad durante el bachillerato. En función de los resultados presentados, se concluye que es necesario establecer estrategias de mejoramiento del proceso de comprensión lectora en los estudiantes de primer año para que dispongan de las herramientas necesarias para el desarrollo de su formación académica.

Palabras claves: *Comprensión Lectora, Nivel Inferencial, Educación Superior, Diagnóstico.*

Abstract

Reading comprehension constitutes an important skill for the development of daily tasks and essential for the execution of the academic activities of university students. The objective of the research was to diagnose the level of reading comprehension of first year university students to recognize their main failures at the inferential level. Among the bibliographic sources used, the research carried out by the University of Piura, in which the standardized PISA tests (López & Pedraza, 2017) are applied, as well as strategies for improving inferential capacity (Cisneros, Olave, & Rojas, 2012), (Cisneros, Olave, & Rojas, 2010), (Gutierrez-Braojos & Salmerón, 2012), (Flores, Díaz, & Lagos, 2017) as additional theoretical references. The research belongs to the qualitative paradigm and was applied the method of description in which the phenomenon of reading comprehension is explained. The techniques of data collection were the survey and the documentary analysis. The results achieved in this phase show that 95% of first year students have an acceptable literal reading ability, that is, data recovery from information; Not, at the inferential level, in which 75% have a limited ability to: interpret paragraphs, contrast, recognize implicit ideas and draw conclusions, noting that according to the academic training process, students should have already developed this skill during baccalaureate. Based on the results presented, it is concluded that it is necessary to establish strategies to improve the reading comprehension process in first year students so that they have the necessary tools for the development of their academic education.

Keywords: *Reading Comprehension, Inferential Level, Higher Education, Diagnosis.*

Introducción

La sociedad del conocimiento como actualmente se denomina a la generación que, aprovechando las facilidades que provee el uso del internet para la recuperación de una inmensa cantidad de información, requiere desarrollar habilidades cognitivas y metacognitivas para alcanzar un aprendizaje significativo. En este marco las habilidades de lectura comprensiva se convierten en estrategias indispensables para extraer la información pertinente y dejar de lado aquella que no tiene implicaciones relevantes para la adquisición de un conocimiento específico, por lo que durante el proceso de formación formal se enfatiza en el desarrollo de dichas habilidades.

La comprensión lectora se define como “un proceso intencionado, en el que el sujeto lector desempeña un papel activo y central, poniendo en juego una gama de habilidades cognitivas que le permiten, en cada caso, organizar e interpretar [los datos que presenta el texto] basándose, fundamentalmente, en sus propios conocimientos... del tema” (Parodi, 1998, p. 175); porque es un “acto consciente en que culminan innumerables procesos... de aprehensión interior de los significados o sentidos de las cosas” (Gómez, 1998, p. 99), donde la persona que lee elabora un significado en su interacción con el texto y el contexto (Cooper, 1998), “participando activamente, puesto que tiene en su mente ciertos esquemas mentales referidos a lo que está leyendo y los relaciona con lo que sabe o lo que puede comparar, proyectar, relacionar, etc., valora su motivación por leer y los resultados logrados”. (Flores, Díaz, & Lagos, 2017, pág. 3)

“La comprensión de un texto es un hecho en el que interactúan un autor que es quien comunica unas ideas y un lector, quien interpreta el mensaje del autor” (Ministerio de Educación del Ecuador, 2011, pág. 10); es durante la interacción lector – comunicador en la que el lector debe hacer uso de todos sus conocimientos previos, para que se produzca el nuevo aprendizaje en el que relaciona la información recibida a través de la lectura con sus experiencias y conocimientos actuales dentro del contexto establecido por el autor del texto leído. “Comprender un texto en el nivel inferencial significa interpretar todo aquello que el autor quiere comunicar, pero que en algunas ocasiones no lo dice o escribe explícitamente”. (Ministerio de Educación del Ecuador, 2011, pág. 11).

En este contexto, el proceso de comprensión debería desarrollarse desde los primeros años de educación, ya que es una de las habilidades importantes en el procesamiento de la información que adquiere el individuo a partir del conocimiento previo que posee y que el aprender es más sencillo sobre aquello que se comprende (Monroy & Gómez, 2009); esto implica un permanente entrenamiento sobre los procesos de lectura y la identificación de técnicas y métodos de comprensión.

La comprensión lectora como proceso requiere estrategias cognitivas que mejoren y desarrollen esta habilidad, por lo que varios autores han desarrollado modelos de estrategias que incluyen los procesos de comprensión para reconocer y comprender palabras, interpretar frases y párrafos, comprender bien el texto, compartir y usar el conocimiento. Entre las estrategias metacognitivas que pueden darse antes, durante y después de la lectura están: activar conocimientos previos, construir una representación mental, corregir errores de comprensión, hasta ejecutar procesos de transferencia (Gutierrez-Braojos & Salmerón, 2012).

La estructura de formación académica en el Ecuador, incluye una formación inicial, en la que el estudiante aprende el idioma, seguida por una formación básica en la que se desarrollan entre otras habilidades, la lectura a nivel literal e inferencial que le permita en el bachillerato desarrollar la habilidad de la lectura a nivel crítico; por lo que de acuerdo a la planificación del nivel secundario entregada por el ministerio de educación, los estudiantes que ingresan a la formación superior han desarrollado las habilidades de comprensión lectora en todos sus niveles.

La necesidad de evaluar los avances educativos se evidenció desde la década del 2000, a través de una variedad de pruebas estandarizadas creadas por organismos internacionales tales como la International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), la Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (ORELAC-UNESCO) y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE); esta última coordina el Programme for International Student Assessment (test PISA) que evalúa de forma cuantitativa no las habilidades del estudiante sino las características del sistema educativo en tres disciplinas: Ciencia, Lectura y Matemáticas.

Entre los años 2003 y 2004 se realizó en la Universidad Tecnológica de Pereira una investigación que buscó diagnosticar las estrategias de lectura usadas por los estudiantes que ingresan a la educación superior (Cisneros, 2006), la cual se constituye en parte de la preocupación general que existe entre los docentes e investigadores universitarios acerca de las dificultades que presentan los estudiantes en materia de lectura y escritura, las cuales trascienden el ámbito nacional.

De allí que también se han realizado investigaciones diagnósticas, por ejemplo, en la Universidad Católica de Chile (Peronard, Gómez, Parodi y Núñez, 1997; Ávila y Peñaloza, 2002), la Universidad de Buenos Aires (Giammatteo, Albano y Masualdo, 1998), la Universidad del Valle (Perilla, Rincón y Gil, 2004) y la Universidad Autónoma de Occidente (Narváez y Cadena, 2008).

Por su parte el estado ecuatoriano ha dado una especial relevancia a los procesos de evaluación educativa a partir del año 2013 a través de las pruebas Ser Estudiante y Ser Bachiller que consideran para el proceso las cuatro áreas: Lengua y Literatura en la que se evalúa la comprensión de textos escritos, Ciencias Naturales, Matemáticas y Ciencias Sociales.

Objetivo de la investigación

Diagnosticar el nivel de la comprensión lectora en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica del Norte para reconocer sus principales falencias a nivel inferencial.

Fundamentación Metodológica

La investigación es cualitativa y descriptiva con diseño cuasi-experimental. En cada grupo experimental se tuvo las mismas condiciones de tratamiento para la evaluación de habilidades de lectura a nivel de recuperación e inferencial y la muestra de estudiantes que participaron fue seleccionada de forma intencional.

El grupo experimental corresponde a 60 estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte ubicada en la ciudad de Ibarra - Ecuador. Durante su permanencia en la institución todos tienen acceso a un computador y a internet.

Para el proceso de recolección de información se utilizó como instrumento un test que contenía preguntas sobre comprensión lectora a nivel de recuperación y nivel inferencial.

Las lecturas para evaluación de la comprensión lectora fueron extraídas de internet basándose en las lecturas utilizadas para las pruebas de PISA. Los textos utilizados fueron variados, multidisciplinarios y de mediana complejidad; el de mayor longitud fue de 463 palabras.

La prueba utilizada como diagnóstico tuvo 24 preguntas entre interrogantes de nivel literal o recuperación y de nivel inferencial básico, intermedio y avanzado.

La evaluación se llevó a cabo en el aula de clase durante el periodo asignado para las materias de Técnicas de Aprendizaje y Expresión Oral y Escrita. El proceso fue desarrollado en documentos impresos, en hoja tamaño INEN, letra Arial, tamaño 12 y se ejecutó en dos grupos distintos pero consecutivos.

Discusión y Resultados

Lo que debe primar en cualquier investigación sobre comprensión lectora es concebir a la lectura como un bien para sí mismo, que al adquirir las capacidades para desarrollarla se convierte en un factor esencial en el desarrollo y formación de la persona en todos sus aspectos. Las actividades para desarrollar esta habilidad se inician en la educación básica y se refuerzan a lo largo de toda la formación académica para que, al llegar a la formación de tercer nivel los estudiantes dispongan de las herramientas necesarias para el proceso de aprendizaje y su comprensión lectora haya avanzado a través de todos sus niveles: literal, inferencial y crítico; sin embargo, en los estudiantes universitarios se detectan deficientes habilidades de comprensión.

Durante su investigación Arrieta y Meza (2009) detectaron también varias dificultades de lectura en los estudiantes universitarios: desconocimiento de las propias deficiencias en la lectura, tendencia a sub – vocalizar,

desconocimiento de la utilidad del diccionario y de las técnicas para su uso (no hacen uso del contexto), limitaciones para seguir instrucciones orales y por escrito; habilidades que estarían relacionadas con el nivel literal o de recuperación de la comprensión lectora.

Estas deficiencias en el nivel literal generan más inconvenientes para desarrollar la comprensión lectora a nivel inferencial en la que el autor no expresa textualmente sus ideas, sino frases que pueden ser consideradas como pistas de lo que quiere comunicar, el lector debe realizar una actividad mental adicional que puede ser consciente o no, fundamentada en la recuperación de los conocimientos previos para ubicar el nuevo conocimiento dentro de un contexto en el que la información que lee tiene sentido.

Para el análisis de datos de la prueba se recurrió a estadísticos descriptivos como la media, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación. Una vez obtenidos los resultados fue posible observar que los estudiantes universitarios de primer año alcanzaron un rendimiento del 95% en el nivel literal o de recuperación en el proceso de comprensión lectora, mismo que de acuerdo a la planificación del ministerio de educación del Ecuador se alcanza durante la formación básica; además, se pudo observar que en promedio los resultados obtenidos se desvían en 3 puntos con respecto a la media, con un coeficiente de variación de 3,16, lo que significa que existe muy baja variabilidad en el rendimiento de los estudiantes, es decir que todos los estudiantes que formaron parte del proceso tuvieron un rendimiento similar y no existen diferencias significativas en su rendimiento.

Sin embargo, los valores obtenidos en el nivel literal de comprensión lectora son opuestos al rendimiento alcanzado en el nivel inferencial que únicamente es del 25%, con una desviación de 9,7 puntos con respecto a la media, lo que significa que existen estudiantes con rendimientos mucho más bajos a los 25 puntos alcanzados en la media y con un coeficiente de variación de 12,44, que si bien representa una baja variabilidad es cuatro veces superior a la alcanzada en el nivel literal.

Estos resultados obtenidos a nivel universitario en el Ecuador coinciden al menos en forma general con los obtenidos en una investigación similar realizada en la universidad del Consejo de Rectores de Chile en la que de acuerdo a sus resultados el 45% de los estudiantes universitarios pertenecientes a varias carreras de Educación Básica y Pedagogía alcanzaron logros en comprensión lectora a nivel inferencial, el cual representa incluso es superior al alcanzado en la presente investigación. (Flores, Díaz, & Lagos, 2017)

En conclusión, se observa que la valoración obtenida por los estudiantes universitarios a nivel de comprensión lectora es insuficiente para el nivel académico superior en el que se encuentran. Es importante entonces cuestionarse: ¿lograrán los estudiantes con tan limitadas habilidades a nivel de comprensión de lectura desempeñarse adecuadamente en su proceso de formación?

El dominio del nivel Inferencial de lectura es importante a nivel universitario en la medida que incide en la calidad académica, aparte de ser un aspecto esencial en el ámbito profesional, ya que en la actualidad se requiere de profesionales competentes y ciudadanos críticos que planteen soluciones a problemas que aquejan a la sociedad actual.

El bajo desempeño en relación a la comprensión lectora implica la necesidad de establecer nuevas estrategias durante su formación básica y de bachillerato que permita que los estudiantes que acceden a la formación universitaria hayan desarrollado ya las habilidades de comprensión lectora a nivel inferencial básico, intermedio y avanzado y por consiguiente continúen con el desarrollo del nivel crítico requerido en la educación superior; tarea que de no ser asumida por la formación básica y de bachillerato, deberá ser llevada a cabo por las instituciones de educación universitaria.

Conclusiones

- El 95% de los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, sí demuestran tener habilidades en el proceso de comprensión lectora a nivel literal, es decir que logran comprender el mensaje del autor presentado textualmente o de forma explícita.

- Únicamente el 25% de los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, demuestran habilidades de comprensión lectora a nivel inferencial, de acuerdo a los resultados obtenidos en el test tomado para el efecto al inicio de su formación académica; esto implica que un elevado porcentaje (75%), no comprenden el mensaje que el autor de una lectura presenta de forma no explícita.
- Durante la formación académica de bachillerato un alto porcentaje (75%) de los estudiantes no alcanzaron a desarrollar habilidades en comprensión lectora a nivel inferencial, lo que se evidencia en aquellos que logran obtener un cupo para la formación a nivel universitario.
- Deben buscarse alternativas que permitan el desarrollo de las habilidades de comprensión lectora en los estudiantes de primer año de formación universitaria, ya que dichas habilidades son de vital importancia para el proceso de formación académica.

Referencias

- Arrieta, B., & Meza, R. (2009). La comprensión lectora y la redacción en estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación*. Obtenido de rieoei.org/deloslectores/825Barrieta.PDF
- Cisneros Estupiñán, M. (2010). La Inferencia en la comprensión lectora. De la teoría a la práctica en la Educación superior.
- Cisneros, M., Olave, G., & Rojas, I. (2010). La inferencia en la comprensión lectora: De la teoría a la práctica en la Educación. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado el 15 de abril de 2017, de <https://media.utp.edu.co/referencias-bibliograficas/uploads/referencias/libro/381-la-inferencia-en-la-comprension-lectora-de-la-teoria-a-la-prctica-en-la-educacion-superiorpdf-BNk9F-libro.pdf>
- Cisneros, M., Olave, G., & Rojas, I. (2012). Cómo mejorar la capacidad inferencial en los estudiantes universitarios. *scielo.org*, 15(1), 45-61. Recuperado el 18 de febrero de 2017, de <http://www.scielo.org.co/pdf/eded/v15n1/v15n1a04.pdf>
- Flores, P., Díaz, A., & Lagos, I. (2017). Comprensión de textos en soporte digital e impreso y autorregulación del aprendizaje en grupos universitarios de estudiantes de educación. *Revista Electrónica Educare*, vol. XXI(1), 3. doi:10.15359/ree.21-1.7
- Gutierrez-Braojos, C., & Salmerón, H. (2012). Estrategias de comprensión lectora: enseñanza y evaluación en Educación Primaria. *Profesorado*, 16(1). Recuperado el 25 de abril de 2017, de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev161ART11.pdf>
- López, A., & Pedraza, N. (25 de febrero de 2017). La Objetividad en las Pruebas Estandarizadas. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 10(1), 11-31. Recuperado el 30 de abril de 2017, de <https://revistas.uam.es/index.php/rie/article/view/7592/7891>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2011). *Lectura crítica: Estrategias de comprensión lectora* (Segunda ed.). Quito, Ecuador: DINSE. Recuperado el 24 de enero de 2017, de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/SiProfe-Lectura-critica-1.pdf>
- Monroy, J., & Gómez, B. (abril de 2009). Comprensión lectora. *Revista Mexicana de Orientación Educativa*, 6(16), 37 - 42. Recuperado el 15 de febrero de 2017, de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-75272009000100008
- Santiesteban Naranjo, E., & Velázquez Ávila, K. M. (2012). La comprensión lectora desde una concepción didáctico - cognitiva. *Dialnet*, 1(ISSN-e 2224-2643), 103 - 110. Recuperado el 25 de marzo de 2012, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4228654>



PERTINENCIA DE LAS CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN EN LA ZONA NORTE DEL ECUADOR

RELEVANCE OF COMPUTER SCIENCE IN THE NORTH OF ECUADOR

Víctor Caranqui¹

Iván García¹

Marco PUSDÁ¹

Cathy Guevara¹

¹ Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador

vmcaranqui@utn.edu.ec

RESUMEN

En el presente estudio se presenta la pertinencia de las ciencias de la computación en la zona norte del Ecuador (Imbabura, Carchi, Esmeraldas, Sucumbíos). La investigación estudio tuvo como objetivo analizar la pertinencia de la carrera de Ciencias de la Computación en dicha zona como una vía de contribución a mitigar los problemas y necesidades tecnológicas planteados en varios objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir (PNVB 2013-2017). Para esto se realizó una investigación de campo para diagnosticar las tendencias del mercado ocupacional y demanda ocupacional, prospectiva del desarrollo tecnológico, competencias del perfil profesional, roles y funciones por escenarios laborales de los futuros profesionales. Los resultados obtenidos manifiestan la pertinencia que tiene la carrera de Ciencias de la Computación para el desarrollo tecnológico de la zona norte del Ecuador.

Palabras clave: Pertinencia, ciencias de la computación, tendencias.

ABSTRACT

In the present study, the relevance of computer science in Ecuador's northern zone is presented. The investigation had, as its primary objective, to analyze the relevance of the computer science career in said zone as a way to contribute to reducing the technological problems and necessities proposed in various objectives of the National Plan for Living Well (Plan Nacional del Buen Vivir). To do this, a field investigation was carried out to diagnose the work market's tendencies and work demand, prospective of technological development, professional profile capacities, roles and functions in the work place for future professionals. The obtained results manifest the relevance that the computer science career has for the technological development of the northern part of Ecuador.

Keywords: Relevance, computer science, tendencies

INTRODUCCIÓN

En la pertinencia de las Ciencias de la Computación se abordan principalmente el problema tecnológico que es de gran interés e intervención en el contexto provincial y de la zona de planificación 1 (Imbabura, Carchi, Esmeraldas, Sucumbíos), los cuales se relacionan con el marco de la economía social y solidaria del Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV, 2013-2017) a partir del cambio de la matriz productiva. Así lo indica el Análisis de la Plataforma de Competitividad elaborada por el Ministerio Coordinador de la Producción donde señala que *“la Zona de Planificación 1 refleja bajos índices de productividad y competitividad. Entre los factores comunes de competitividad se encuentran en estado crítico: innovación, ciencia y tecnología”* (SENPLADES, 2010, Pág. 44).

Fundamentalmente la competitividad para las empresas es un esfuerzo continuo de superación de calidad y de innovación. En el país, las empresas privadas han visto la necesidad apremiante de mejorar sus sistemas de información e infraestructura tecnológica para mejorar su competitividad y posicionarse en el mercado. Así también, el gobierno nacional ecuatoriano ha desarrollado iniciativas relacionadas a fortalecer sus plataformas tecnológicas y el gobierno electrónico con el objetivo de impulsar la inclusión social, el desarrollo del país y de sus ciudadanos.

Después de la escasa generación y aplicación de la ciencia, tecnología e innovación en los diferentes sectores productivos, social, cultural y ambiental de la provincia y la región norte del Ecuador ha incrementado la brecha digital y tecnológica, resultando en una baja competitividad de las empresas del medio, frente a otras similares, y especialmente del vecino país de Colombia.

Así mismo este problema se relaciona con el objetivo 10 del PNBV que dice: *“Impulsar la transformación de la matriz productiva”*, donde los desafíos actuales deben orientarse a la conformación de nuevas industrias y la promoción de nuevos sectores productivos, competitivos, sostenibles, sustentables y diversos; con visión territorial y de inclusión económica en los encadenamientos que generen. Algunas metas establecidas para este objetivo son: incrementar la participación de las exportaciones de productos con intensidad tecnológica alta, media, baja; alcanzar el 20% de participación de la mano de obra calificada, teniendo en cuenta que las destrezas de los trabajadores y empleados dependen en gran parte de la calidad de la educación, quienes pueden aprender mejor nuevas destrezas y están más capacitados para adaptarse al cambio tecnológico.

Se puede señalar que el problema de la productividad y competitividad en la zona norte conjuntamente con el objetivo de impulsar la transformación de la matriz productiva serán abordados desde las Ciencias de la Computación a través del fomento del sector productivo de la Tecnología (software, hardware y servicios informáticos) priorizando el crecimiento de la productividad enfocada en la formación de talento humano y en la generación de conocimiento, innovación, nuevas tecnologías, buenas prácticas y nuevas herramientas de producción. En este contexto, los objetivos específicos que persigue las Ciencias de la Computación en el entorno son los siguientes:

Desarrollar y evaluar productos y servicios informáticos adaptados a los contextos sociales, productivos, culturales y ambientales de la región.

Potenciar el uso de metodologías de investigación y buenas prácticas en TIC que permitan proponer y generar soluciones tecnológicas innovadoras pertinentes a las necesidades del entorno local y regional.

Se puede señalar que ciencias de la computación debe aportar a las necesidades siguientes:

El principio de pertinencia consiste en que la educación superior responda a las expectativas y necesidades de la sociedad, a la planificación nacional, y al régimen de desarrollo, a la prospectiva de desarrollo científico, humanístico y tecnológico mundial, y a la diversidad cultural. Para ello, las instituciones de educación superior articularán su oferta docente, de investigación y actividades de vinculación con la sociedad, a la demanda académica, a las necesidades de desarrollo local, regional y nacional, a la innovación y diversificación de profesiones y grados académicos, a las tendencias del mercado ocupacional local, regional y nacional, a las tendencias demográficas locales, provinciales y regionales; a la vinculación con la estructura productiva actual y potencial de la provincia y la región, y a las políticas nacionales de ciencia y tecnología” (LOES 2010).

La Planificación Nacional. Establece algunas metas en los objetivos 10 y 11 del PNBV (2013-2017): alcanzar el 20% de participación de la mano de obra calificada; un índice de digitalización de 41.7, un índice de gobierno electrónico de 0.55, disminuir el analfabetismo digital al 17,9%, aumentar el porcentaje de personas que usan TIC al 50%.

La prospectiva del desarrollo científico, humanístico y tecnológico. Según la IEEE Job Site (2015), la demanda de los profesionales de TI crece mundialmente. La sociedad de la información y del conocimiento no para de crecer en el mundo. Dentro de los doce mejores trabajos en ingeniería y tecnologías de la información se encuentran la ingeniería de software, analista de sistemas, programadores y desarrolladores web. La formación de este capital humano especializado contribuye a fomentar el uso de tecnologías de la información, el fortalecimiento del gobierno y comercio electrónico, el desarrollo de la competitividad, la investigación, la innovación y la proyección internacional.

La inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación que realizó el Ecuador en el 2011 fue de USD 1210 millones. La inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) fue de USD 269,47 millones, que corresponde al 0,35 % respecto del Producto Interno Bruto (PIB). La meta es alcanzar en los próximos años el 1,5% y se pretende aumentar el gasto en el intangible de propiedad intelectual para lograr el cambio de la matriz productiva, mediante la transformación del conocimiento, impulsando la articulación entre la universidad, el sector productivo y el Estado (Senescyt & INEC, 2013).

Por otro lado, en cuanto al sector de software se presentó una importante evolución, con una tasa de crecimiento anual entre el 2004 y 2009, del 22.4%, pasando de 95 millones USD hasta los 260 millones (AESOFT, 2011). El total de empleos que genera el sector de tecnologías de información TI en el Ecuador fue de 3506 personas en el 2008 (TATA Consultancy Services, 2010).

MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis de la demanda ocupacional en la Zona de Planificación I (Investigación de Campo)

Para sustentar la pertinencia de Ciencias de la Computación, definida en el art. 107 de la Ley Orgánica de Educación Superior (2010), se realizó una investigación de campo para diagnosticar las tendencias del mercado ocupacional local, regional y zonal, la demanda ocupacional; prospectiva del desarrollo tecnológico, competencias del perfil profesional, roles y funciones por escenarios laborales de los futuros profesionales (UPEC, 2016).

Para esto se diseñó y aplicó dos encuestas: una encuesta dirigida a los Empleadores (jefes, directores, gerentes de TI de las empresas) y otra para los profesionales (graduados) en Ciencias de la Computación o afines. Para el primer grupo se utilizó una muestra de la población (instituciones de la zona norte), y para el segundo grupo se aplicó a todos los profesionales que laboraban en la institución consultada.

Población

La investigación se realizó en la zona de planificación 1 (Carchi, Imbabura, Esmeraldas y Sucumbíos) considerando a las empresas públicas y privadas que constan en el Servicio de Rentas Internas (SRI) con corte al 25 de septiembre de 2014. Se consideró a las empresas que tienen en su nómina a Ingenieros en Ciencias de la Computación o afines y poseen algún tipo de centro de cómputo, departamento de TI o similares con la finalidad de que la información recopilada sea pertinente.

Además, se aplicó un filtro en la base de datos para seleccionar únicamente las empresas con estado del Contribuyente = activo, Tipo de contribuyente = sociedades, clase de Contribuyente = especial y se quitaron los registros duplicados.

La población resultante estuvo conformada por 108 empresas. La mayoría corresponden a la provincia del Carchi debido a que es la zona de influencia directa donde existe bajos índices de productividad y competitividad (SENPLADES, 2010, Pág. 44).

Tabla 1
Datos de la Población

Provincia	Frecuencia	%
CARCHI	43	40%
IMBABURA	28	26%
ESMERALDAS	29	27%
SUCUMBIOS	8	7%
TOTAL	108	100%

Muestra

La muestra estuvo conformada por 85 empresas, la cual se obtuvo utilizando la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{N p q}{\left(\frac{E^2}{Z^2}\right)(N - 1) + p q}$$

Donde:

Tabla 2:
Descripción de la muestra

Variable	Descripción	Valor
Z	Nivel de confianza	95%
p	Probabilidad de ocurrencia	50%
q	Probabilidad de no ocurrencia	50%
E	Error	5%
N	Tamaño de la población	108
n	Tamaño de la muestra	85

Tabla 3
Muestra por provincia

Provincia	Muestra
CARCHI	34
IMBABURA	22
ESMERALDAS	23
SUCUMBIOS	6
TOTAL	85

El muestreo aleatorio simple fue utilizado para seleccionar a las empresas productivas y aplicar las encuestas a los empleadores de departamentos de TIC, tales como: Empresas de agua potable, Yachay, ECU 911, Consejos de la Judicatura, GADs, Entidades financieras, CNT, Instituciones de educación media y superior, y otras entidades públicas y privadas afines.

Para esto se diseñó y aplicó dos encuestas: una encuesta dirigida a los Empleadores (jefes, directores, gerentes de TI de las empresas) y otra para los profesionales (graduados) en Ciencias de la Computación o afines. Para el primer grupo se utilizó una muestra de la población, y para el segundo grupo se aplicó a los profesionales que laboraban en dicha institución consultada (143 profesionales).

Resultados y Discusión El estudio completo presenta resultados relevantes para la pertinencia de las ciencias de la computación en la zona norte del Ecuador:

Tabla 4
Graduados lugar de residencia

		Provincia de Residencia			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Carchi	44	30,8	30,8	30,8
	Imbabura	66	46,2	46,2	76,9
	Esmeraldas	15	10,5	10,5	87,4
	Sucumbíos	18	12,6	12,6	100,0
	Total	143	100,0	100,0	

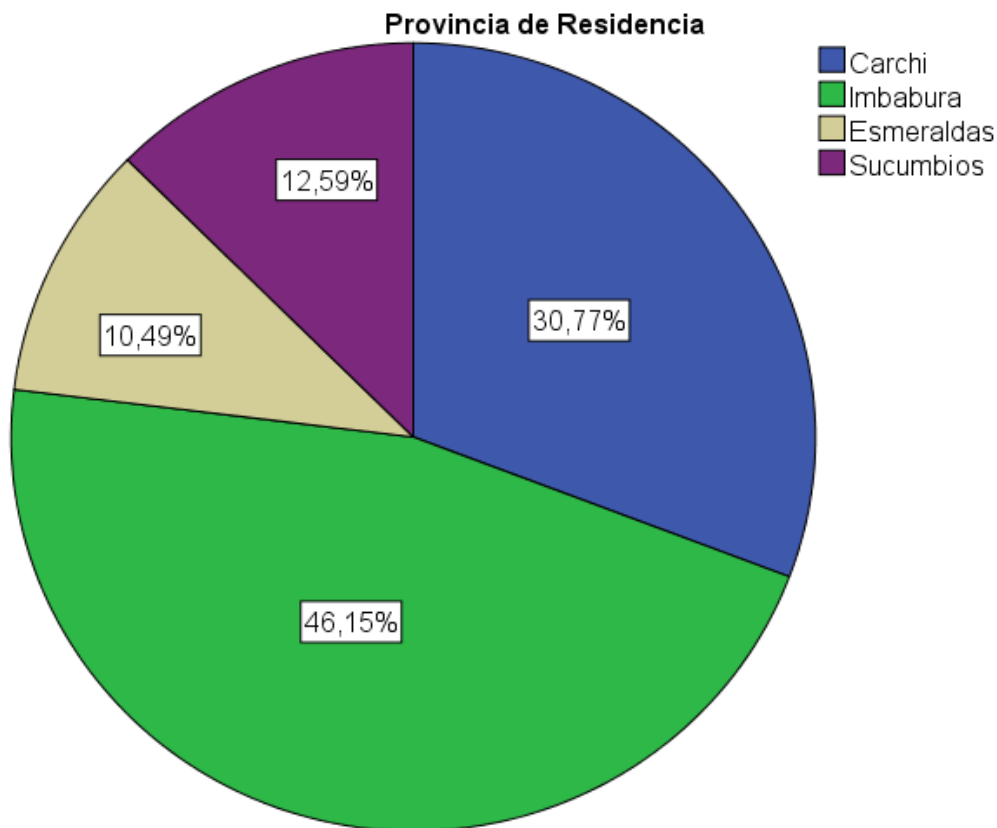


Figura 1. Número de Graduados y lugar de residencia

Se han encuestado a 143 graduados/profesionales en Ciencias de la Computación o afines (ingenieros, licenciados) que laboran en las empresas de la zona de planificación 1. El 30.77% pertenecen al Carchi, el 46.15% a Imbabura, 10.49% a Esmeraldas y 12.59% a Sucumbíos. La mayoría de la muestra está ubicada en la provincia de Imbabura y Carchi. Además, exceptuando Imbabura, en el resto de provincias se encuentran laborando en las empresas un número significativo de empleados con título de técnicos y tecnólogos en informática, a quienes no se consideraron por su perfil profesional. De ahí que surge también la necesidad de actualizar y elevar el grado de especialización de dichos profesionales y puedan ofrecer productos y servicios que generen valor, contribuyan de mejor manera a los objetivos y metas institucionales.

Los futuros profesionales de Ciencias de la Computación serán:

Tabla 5
Profesionales a futuro

		Los profesionales a futuro serán:			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Muy necesarios	106	74,1	74,1	74,1
	Necesarios	35	24,5	24,5	98,6
	Poco necesarios	2	1,4	1,4	100,0
Total		143	100,0	100,0	

Para los encuestados, los profesionales en Ciencias de la Computación a futuro (5 años en adelante) son considerados como Muy necesarios (74.13%) y Necesarios (24.48%) para el desarrollo del país. Una mínima porción (1.4%) consideran como poco necesarios. En general, el 98.61% consideran que la tendencia del mercado ocupacional para este tipo de profesionales es muy prometedora.

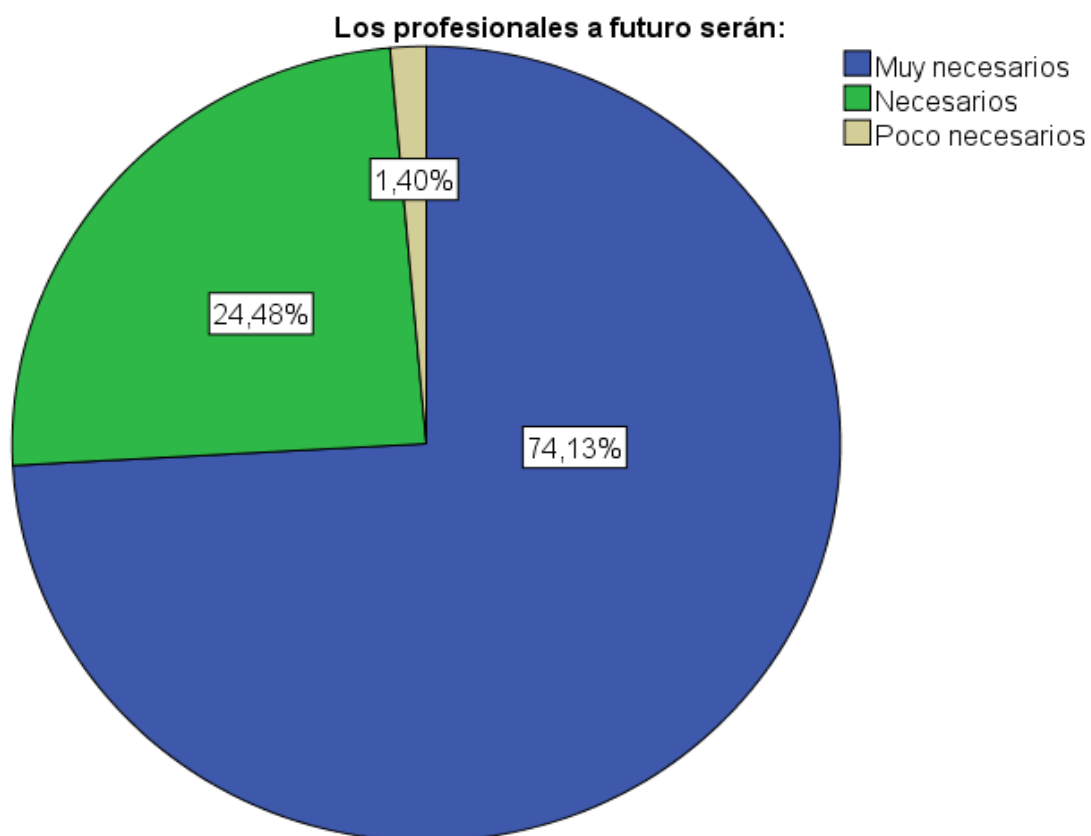


Figura 2. Los futuros profesionales de Ciencias de la Computación

Los futuros profesionales de la carrera a futuro tendrán oportunidades

Tabla 6

Oportunidades de los profesionales

Las oportunidades de los profesionales a futuro tendrán:					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Mayores	71	49,7	49,7	49,7
	Iguales	49	34,3	34,3	83,9
	Menores	23	16,1	16,1	100,0
Total		143	100,0	100,0	

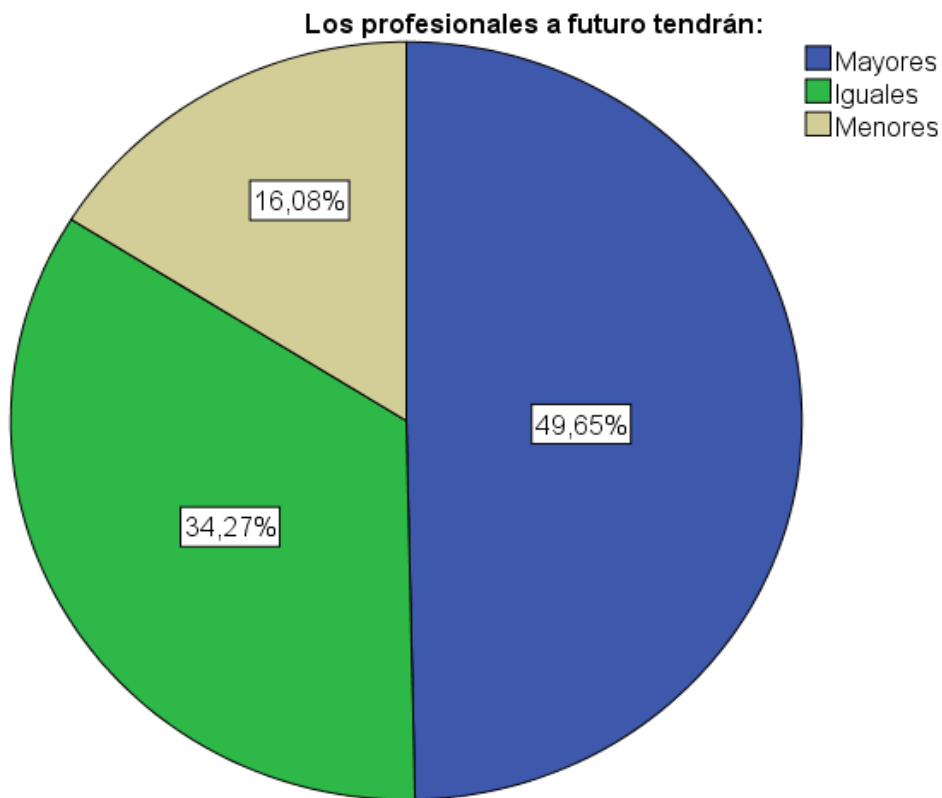


Figura 3. Los profesionales en un futuro

Para los consultados, los profesionales en Ciencias de la Computación a futuro (5 años en adelante), casi la mitad (49.65%) consideran que tendrán mayores oportunidades de empleo que actualmente, en menor proporción consideran que se mantendrá igual (34.27%) y la minoría (16.08%) manifiestan que serán menores. En general, el 83.92% manifiestan que la tendencia de empleo para este tipo de profesionales es muy prometedora.

Respecto a las competencias de desarrollo profesional, en promedio, todas son consideradas como importantes para el profesional de computación por parte de las empresas, principalmente las habilidades de analizar problemas, tomar decisiones y resolver problemas, así como la capacidad de investigar, innovar, de crear algo nuevo a partir de los elementos existentes. Estas serán tomadas muy en cuenta en el perfil profesional de ciencias de la computación. Las competencias resultantes fueron las siguientes:

Tabla 7

Competencias de desarrollo profesional

	Competencias Genéricas					Total
	Imprescindible	Importante	Poco importante	Nada importante	No conozco	
Capacidad de abstracción, análisis y síntesis	62.4%	36.9%	.7%	0.0%	0.0%	100.0%
Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	69.0%	28.9%	2.1%	0.0%	0.0%	100.0%
Capacidad para organizar y planificar el tiempo	47.5%	48.9%	3.5%	0.0%	0.0%	100.0%
Conocimiento sobre el área de estudio y la profesión	64.5%	34.0%	1.4%	0.0%	0.0%	100.0%
Responsabilidad social y compromiso ciudadano	41.1%	50.4%	8.5%	0.0%	0.0%	100.0%
Capacidad de comunicación oral, escrita y digital	39.3%	56.4%	3.6%	.7%	0.0%	100.0%
Capacidad de aprender y actualizarse	75.4%	24.6%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Capacidad para buscar, procesar y analizar información	57.4%	39.7%	2.8%	0.0%	0.0%	100.0%
Capacidad crítica	51.8%	44.7%	3.5%	0.0%	0.0%	100.0%
Capacidad para actuar en nuevas situaciones	45.0%	49.3%	5.7%	0.0%	0.0%	100.0%
Capacidad para identificar problemas	69.5%	29.8%	.7%	0.0%	0.0%	100.0%
Capacidad para tomar decisiones	69.5%	30.5%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Capacidad de trabajo en equipo	60.6%	35.9%	3.5%	0.0%	0.0%	100.0%
Habilidades interpersonales	35.0%	55.7%	8.6%	.7%	0.0%	100.0%
Compromiso con el medio ambiente	32.6%	54.6%	12.1%	.7%	0.0%	100.0%
Compromiso con su medio sociocultural	26.2%	53.2%	20.6%	0.0%	0.0%	100.0%
Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad	30.5%	53.2%	16.3%	0.0%	0.0%	100.0%
Habilidad para trabajar en forma autónoma	42.9%	48.6%	7.1%	1.4%	0.0%	100.0%
Compromiso ético	66.0%	32.6%	1.4%	0.0%	0.0%	100.0%

Capacidad para comunicarse en inglés	39.7%	50.4%	9.2%	0.0%	.7%	100.0%
Capacidad de negociación	35.7%	49.3%	13.6%	1.4%	0.0%	100.0%
Capacidad de iniciativa propia	60.3%	37.6%	2.1%	0.0%	0.0%	100.0%
Capacidad para la investigación y desarrollo	74.3%	24.3%	1.4%	0.0%	0.0%	100.0%
PROMEDIO	52.0%	42.2%	5.6%	0.2%	0.0%	100.0%

La tabla 7 muestra las competencias genéricas que dieron como resultado del estudio de campo y que fueron aprobadas en el rediseño curricular de la carrera de informática de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en el año 2016 por el Concejo de Educación superior de país.

CONCLUSIONES

Ciencias de la computación aportará a las necesidades de formación de talento humano fundamentado en el principio de pertinencia según el Art. 107 de la LOES (2010) y los componentes relacionados con la Planificación nacional, Prospectiva de desarrollo científico, humanístico y tecnológico, Necesidades del desarrollo local, regional y nacional, Tendencias demográficas locales, regionales y nacionales, Estructura productiva local, regional y nacional, Políticas nacionales de ciencia y tecnología, Demanda Académica, y el Análisis de la demanda ocupacional en la Zona de Planificación 1.

Los resultados de la investigación de campo dan muestra que posibles empleadores de los nuevos profesionales de Tecnologías de Información en la zona de planificación 1 de Ecuador requieren impulsar el uso de software libre en la creación de soluciones tecnológicas para contribuir con la soberanía tecnológica del país.

Los estudios recientes dan muestra de la necesidad de desarrollar y gestionar productos y servicios informáticos adaptados a las organizaciones y los contextos productivos, sociales, culturales y ambientales de la provincia y región.

En cuanto a la importancia de este tipo de profesionales en las empresas, el 72.94% de los empleadores indican que son Imprescindibles y el 27.06% que son Importantes para el cumplimiento de los objetivos estratégicos, generación de valor agregado y el quehacer mismo de las instituciones de la zona de planificación 1 y el país. La automatización de procesos es vital para ser eficientes y competitivos en los bienes y/o servicios que ofertan.

REFERENCIAS

- AESOFT (2011). Estudio de mercado del sector de software y hardware en Ecuador.
- Curricula, T. J. (2013). *The Joint Task Force on Computing Curricula Association for Computing Machinery (ACM) IEEE Computer Society*.
- IEEE Job Site (2015). The Nation's Best Jobs In Engineering & Information Technology. Recuperado el 12-02-2015 de http://careers.ieee.org/article/bestjobs_0612.php
- IEEE/ACM. (Diciembre 2013). Computer Science Curricula 2013. Revisado el 14-09-2014 de <https://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>
- SENESCYT & INEC (2013). Primera Encuesta de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI).
- SENPLADES (2013-2017). Plan Nacional del Buen Vivir. Obtenida en: <http://www.buenvivir.gob.ec/>
- TATA Consultancy Services (2010). Royecto Plan de Mejora competitiva del sector de software del Ecuador.
- UPEC (2016) Rediseño curricular carrera de informática Tulcán Ecuador



| 30

**LAS TICs EN LA INCLUSIÓN EDUCATIVA DE NIÑOS CON
SÍNDROME DE DOWN**

**THE ICTs IN THE EDUCATIONAL INCLUSION OF CHILDREN
WITH DOWN SYNDROME**

Rocío Mendoza¹

Xenia Pedraza¹

María Zambrano¹

Clara Pozo¹

¹Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, El Carmen - Ecuador

roalmevi@yahoo.com

Resumen

En sectores educativos del Cantón El Carmen no se emplean las TICs como alternativa metodológica para la inclusión educativa de niños con Síndrome de Down (SD). Esto motivó el desarrollo de una investigación en los dos centros que brindan atención a niños con esta discapacidad psíquica congénita: Escuela Particular "Mundo de Juguete" y una Fundación del Cantón El Carmen "Fundación Por ti Jesús". El estudio se desarrolló en el periodo 2015-2016 y se tomó como muestra a los 17 docentes que atienden niños con SD. Se diagnosticaron mediante encuestas las habilidades de los docentes y niños especiales en el manejo de las TICs y la motivación que existe en cuanto a su empleo en el proceso de enseñanza. El procesamiento de los datos evidenció la falta de capacitación especializada en docentes y el escaso empleo de las TICs por parte de los niños SD. Este resultado motivó al diseño de un sitio en Moodle 2.0 como un punto de encuentro de padres y docentes para propiciar intercambios de experiencias sobre las vivencias en la educación e instrucción de estos niños. La Plataforma de Gestión del Aprendizaje contiene cursos y actividades para capacitar a los maestros en el proceso de adaptación curricular para el manejo de niños con SD. Los recursos de la Web 2.0 aportaron una información sistemática para asesorar a padres y brindó ejemplos de actuación a los padres con niños de SD. La herramienta contó con un semanario que divulgó noticias y experiencias sobre el comportamiento de estos niños. Para asegurar el flujo y actualidad de tales noticias se creó en la sección de noticias de Google (Google News) un canal específico y éste se nutre de una cuenta propia en Twitter (@sindrdown) y del seguimiento de la palabra clave: "síndrome Down" en Facebook y Twitter. En particular el manejo de diferente tipo de tecnología por los niños con Síndrome de Down reflejó la situación de un sector de bajos recursos con pocas posibilidades de utilización de la misma tanto en la Escuela como en el hogar.

***Palabras claves:** Tecnologías de información, atención, capacitación, metodología, Síndrome de Down.*

Abstract

In the educational sectors of Canton el Carmen ICTs is not used as a methodological alternative for the educational inclusion of children with Down Syndrome (SD). This led to the development of research in the two centers that provide care for children with this congenital psychic disability: Private School "World of Toy" and a Foundation of the Canton El Carmen "Fundación Por ti Jesús". The study was developed in the period 2015-2016 and was taken as a sample to the 17 teachers who attend children with DS. The skills of teachers and special children in the management of ICTs and the motivation of their use in the teaching process were diagnosed through surveys. The processing of the data showed the lack of specialized training in teachers and the low use of ICTs by SD children. This result motivated the design of a site on Moodle 2.0 as a meeting point between parents and teachers for the interchange of ideas and experiences on the situation and education of these children. The learning platform contains courses and activities aimed at training the teachers in the curricula adaptation process for the management of children with DS. The Web 2.0 resources gave systematic information for educating parents in general and examples for parents of children with the DS. The tool counted had a seminar that reported news and experiences on the behavior of these children. To ensure the flow and current state of said news, a section was created in Google News as a specific channel and this was being fed from a private account in Twitter (@sindrdown) and following the key words: "Down Syndrome" in Facebook and Twitter. Particularly, the management of different types of technologies for children with the DS reflected a situation of a sector with little resources and little possibilities of the use of same technologies both in the schools and homes.

***Keywords:** Information technologies, attention, training, methodology, Down Syndrome.*

Introducción

“Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs), están inundando el mundo moderno con implicaciones en cada una de las ramas de la sociedad actual. Hoy en día no se puede hablar de eficiencia o novedad si no existe una aplicación y correcta utilización de la tecnología moderna y es que se puede asegurar que hoy en día las TICs tienen la respuesta efectiva a la mano. Según MOYA, A. M. (2009) las TICs se han convertido en un elemento primordial en el ámbito educativo, permitiendo diferentes formas de transmitir información y acceder al conocimiento. También añade que el uso de nuevas estrategias logra una enseñanza activa.

El movimiento de educación inclusiva constituye un paso más en el ejercicio del pleno derecho a una educación de calidad, ya que no se trata solo de que los estudiantes tradicionalmente excluidos se eduquen en las escuelas regulares, sino que éstas transformen sus culturas, políticas y prácticas educativas para favorecer su plena participación y aprendizaje. AAVV (2000). Es así que el Ecuador se encuentra en un proceso de transformación hacia una educación inclusiva que dé respuesta a la diversidad.

La inclusión educativa se define como la posibilidad que tienen todas las personas de acceder a los bienes y servicios de la sociedad, es decir, a los sistemas sociales, educativos, económicos, políticos, religiosos, culturales, científicos y jurídicos. Sin embargo, la inclusión educativa no es solo la oportunidad de acceder, es también, como lo define la UNESCO (2008): “un proceso de abordaje y respuesta a la diversidad en las necesidades de todos los alumnos a través de la creciente participación en el aprendizaje, las culturas y las comunidades y de la reducción de la exclusión dentro y desde la educación”.

En términos de inclusión educativa el SD ocupa un lugar relevante por ser una de las causas más frecuentes de discapacidad psíquica congénita. Se estima que cerca del 2% de la población mundial padece el SD¹ y que cerca de 1 niño de cada 800 a 1000 nacimientos ya viene al mundo con este trastorno genético. En Ecuador se reportan 418.001 personas con lo que se denomina defecto congénito genético². Se ha reportado que el 95 % de las personas con SD no tienen acceso directo a una educación de calidad³.

Las personas con SD tienen más probabilidad que las personas no afectadas de tener: defectos cardíacos, problemas intestinales, problemas de visión, pérdidas de audición, infecciones, problemas de tiroides, leucemia y convulsiones, pérdidas de memoria. Por tal razón la atención a estas personas requiere un enfoque y una política que permita tanto la orientación a padres, como una capacitación efectiva de los docentes para poder atender a los niños que presentan este tipo de anomalía genética. Pueschel (1997)

Una de las alternativas para orientar a las personas que están vinculadas al desarrollo de los niños SD es el adecuado empleo de las redes sociales y de recursos Web 2.0 efectivos que divulgue a padres, comunidad y a los maestros las herramientas y metodologías adecuada para potenciar el desarrollo de estos niños. En internet existen Sitios encaminados a este objetivo, pero en todos los casos enfocado al contexto de desarrollo, por tal motivo resultaría compleja su adaptación en un contexto diferente.

Cumpliendo con lo expresado se desarrolla un recurso Web 2.0 adaptado al contexto de enseñanza, enfocado en los procesos de adaptación curricular y asesoramiento a padres, para el logro de la inclusión educativa de los niños SD. Este sitio es sólo un facilitador dentro del proceso de enseñanza, requiere de la dirección de un profesor capacitado para que tenga los resultados esperado.

Metodología

Participantes

Como universo de la investigación se estimaron todos los docentes que realmente pudieran aportar en cuanto a experiencia en atención a niños con SD. Este fue un factor clave, pues sondeos previos confirmaron que realmente no tenía mucho sentido considerar a docentes que no tuvieran alguna experiencia en el manejo de estos niños.

- 1 Renfo.(2011)¿Qué porcentaje de la población mundial tiene síndrome de down?. Recuperado el 09 de septiembre del 2011 http://www.answers.com/Q/What_percentage_of_the_world%27s_population_has_Down_syndrome
- 2 Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2017). *Información estadística de personas con discapacidad*. Recuperado febrero del 2017 <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html>.
- 3 Luisa Valdez.(2011). *Entrevista a Jefa del Departamento de Educación Especial de la Dirección Provincial de Educación*. Recuperado el 21 de marzo del 2011 de: <http://www.ecuavisa.com>.

Se constató que sólo tres instituciones reportan atención a niños con SD, dos de ellas sólo atienden niños con Síndrome de Down, con un total de 7 docentes, la otra institución atiende trastornos visuales y Síndrome de Down con 10 docentes directamente involucrados en el proceso de enseñanza de los niños SD. Por tal razón el escenario de investigación estuvo comprendido por la Escuela Particular "Mundo de Juguete" y una Fundación del Cantón El Carmen "Fundación Por ti Jesús" y la muestra de la investigación los 17 profesores que brindaban atención a los niños SD, considerándose una muestra representativa (Bueno. ,2003) para el estudio. Los docentes que conforman la muestra tienen una edad promedio de 27 años y totalmente femenino, con una formación mayoritaria como Parvularias.

Materiales/Instrumentos utilizados.

En cuanto al desarrollo del sitio se precisaron recursos Web 2.0 de posible aplicación para facilitar el intercambio de experiencias y la difusión de noticias y experiencias sobre el Síndrome de Down. El Sitio en Moodle Versión 2.0 se alojó en www.sdown.educ-virtual.com.

Para asegurar el flujo y actualidad de las Noticias se creó en la sección de Noticias de Google (Google News) un canal específico y este se nutrió de una cuenta propia en Twitter (@sindrdown) y del seguimiento de la palabra clave: "síndrome Down" en Facebook y Twitter.

Se realizó una investigación de campo mediante el método de cuestionarios a profesores y alumnos seleccionados.

Procedimientos y Diseño

Se revisaron los fundamentos del diseño curricular por competencias (Cortijo R., 2007) y se precisa fundamentalmente a partir del método Inductivo las regularidades de concreción de objetivos de aprendizaje y de los productos finales de aprendizaje para el curso propuesto de capacitación a docentes.

1. Montaje del curso en línea.

Se concretaron los elementos básicos del diseño curricular y en particular las posibilidades de empleo de actividades de tipo colaborativo e interactivos en relación con los objetivos propuestos para el curso.

2. Montaje de una publicación periódica sobre noticias del Síndrome de Down dirigida a padres, maestros y público en general.

Para precisar aspectos básicos en relación a la atención a niños SD y manejo de las TICs se desarrollaron encuestas dirigida a profesores. La escala utilizada para medir los resultados fue:

1= Nada 2= Por debajo del promedio 3=Promedio 4=Sobre el promedio 5=Dominio

Los instrumentos de recolección de datos se diseñaron a partir de la matriz siguiente:

OBJETIVOS	INDICADORES	TÉCNICA
Identificar: Entrenamiento o capacitación para atención al Síndrome de Down Criterios sobre recomendación de recursos TICs para atención a niños con Síndrome de Down. Conocimientos de Informática Manejo de redes sociales autodiagnóstico	Años de experiencia Título Tipo de capacitación recibida Escala de posible recomendación de aplicación TICs Autovaloración del nivel de dominio de software ofimática Frecuencia de uso de Internet Tipo de red social	Encuesta

Tabla 1: Matriz para la recolección de datos.

Fuente: Autores.

Resultados:

La auto evaluación en cuanto a las habilidades para la atención a niños con discapacidades es alta y en la escala empleada la mayoría se ubica sobre el promedio.

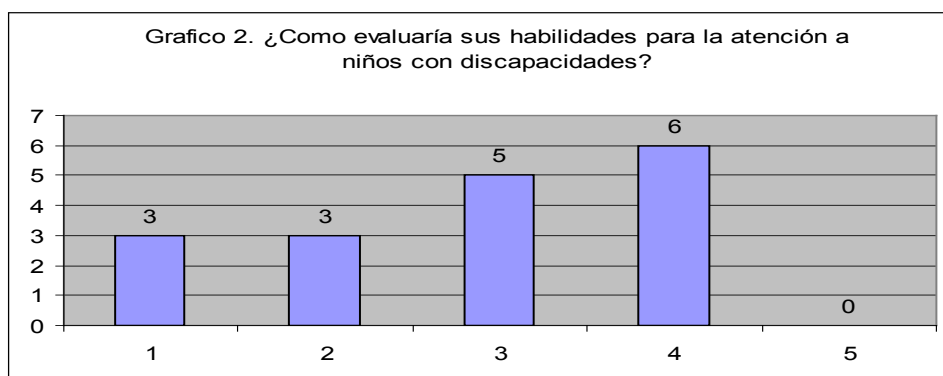


Figura 1: Habilidades para la atención a niños SD.

Fuente: Autores.

Se pudo constatar que esta auto evaluación parte de la comparación de sus habilidades y experiencia en relación a compañeras de estudio u otras maestras que nunca han enfrentado un aula con alumnos con discapacidades.

Estas habilidades no siempre provienen de un entrenamiento o capacitación, algo más de la mitad (53 %) no ha recibido capacitación, han sido adquiridas en la práctica diaria.

Las que han recibido formación o entrenamiento lo han recibido en su Licenciatura, o en algún curso de capacitación:

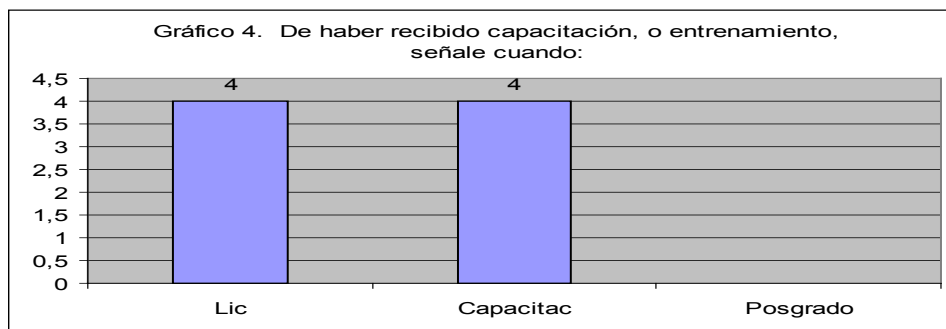


Figura 2: Nivel de capacitación de los docentes.

Fuente: Autores.

El grupo en su totalidad si está involucrado directamente con niños con SD:

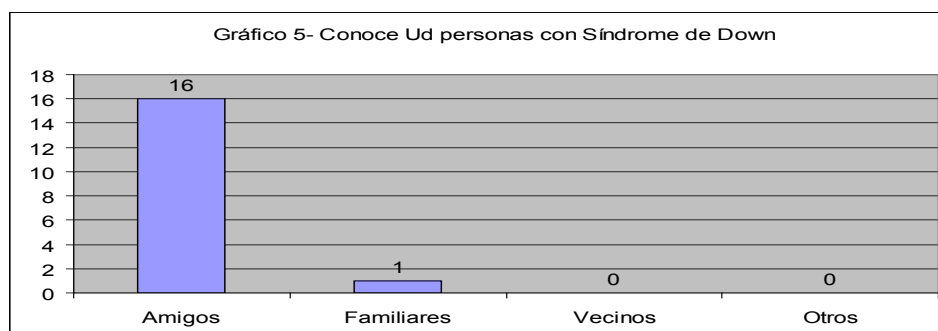


Figura 3: Conocimiento sobre personas SD.

Fuente: Autores.

En relación al manejo de los paquetes ofimáticos básicos (procesador de textos, hoja de cálculo, presentador de diapositivas) y de un Sistema Operativo (Windows) los resultados se resumen en el gráfico siguiente:

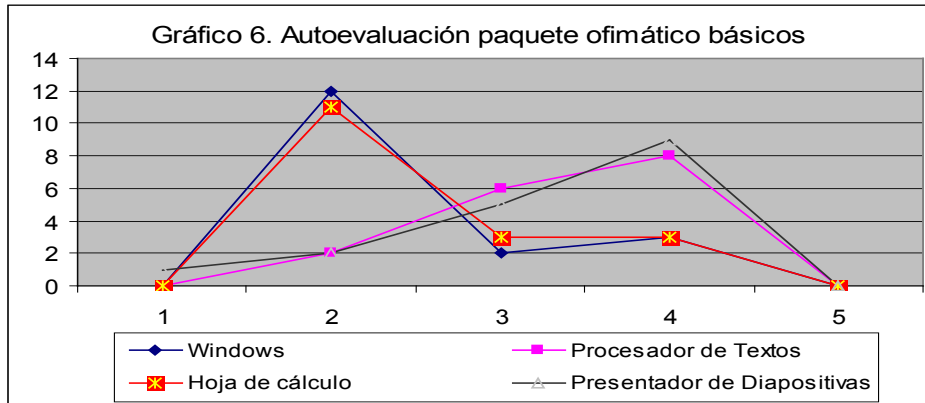


Figura 4: Autoevaluación de paquetes ofimáticos.

Fuente: Autores.

Los resultados obtenidos coinciden con el estudio realizado por Procel (2008) y los docentes se autoevalúan sobre el promedio en el manejo de un Procesador de Textos (Word) y de un Presentador de Diapositivas (Power Point) y por debajo del promedio en el manejo de Windows y de una Hoja de Cálculo (Excel).

En relación a la frecuencia de uso de Internet se manifiestan dos grupos opuestos: aquellos que dicen utilizarla de 2 a 4 veces por semana y los que nunca la usan. Nadie manifiesta usarla diariamente.

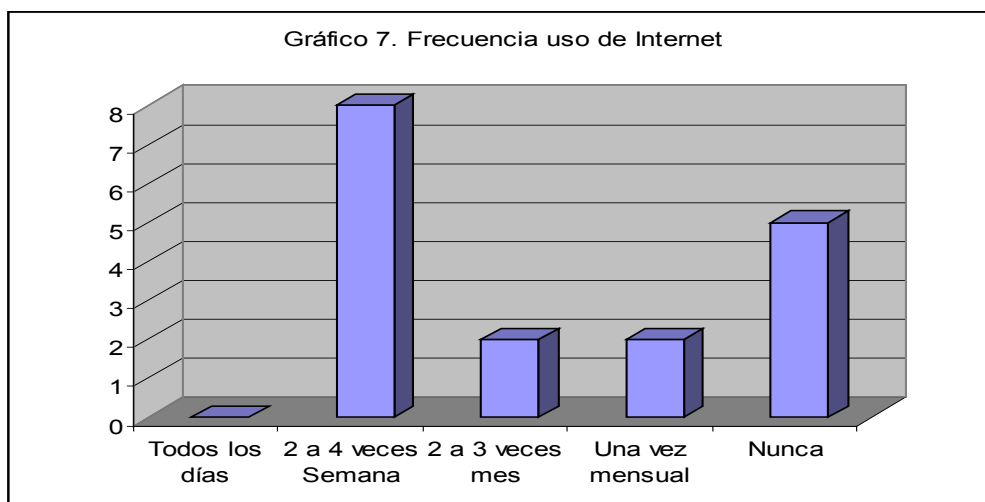


Figura 5: Frecuencia de uso del internet.

Fuente: Autores.

El 12 % de los profesores aún no poseen una cuenta de correo electrónico:

En relación con la utilización de las TICs en las clases los encuestados se clasifican dentro del promedio.

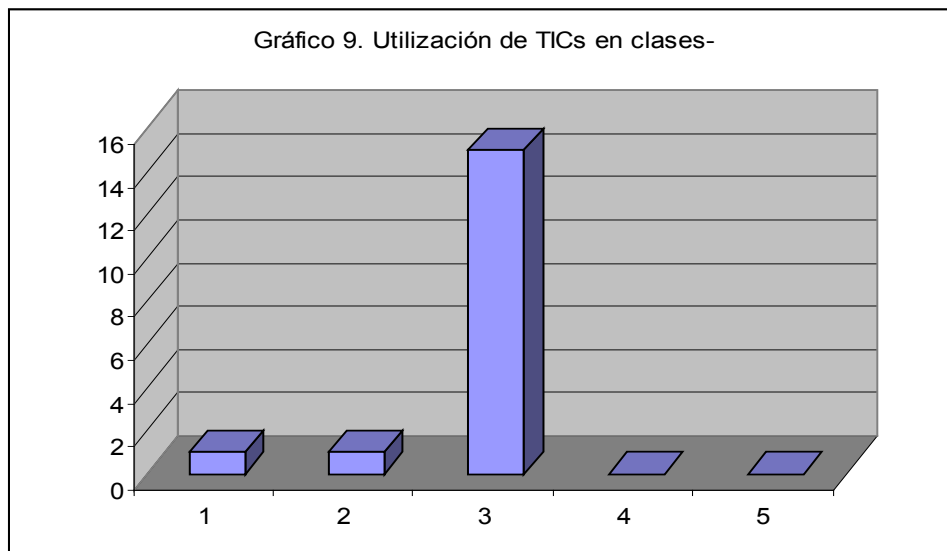


Figura 6: Utilización de las TICs en clase.

Fuente: Autores.

Evidentemente el criterio expresado en cuanto a la utilización de Internet en las clases entra en contradicción con la frecuencia de utilización de Internet y que un por ciento significativo de maestros no utiliza Internet nunca.

Al indagar al respecto pudo constatar que se trata de un criterio influenciado por el nivel de manejo de la Tecnología en la región, que en nuestro criterio es bajo, pues el empleo de TICs en clases está limitado al envío de tareas que requieran determinada consulta en Internet. En el caso de los centros escenarios de la investigación el empleo de las TICs está interpretado como la consulta de internet que realizan los maestros para la preparación de ciertas clases.

Resulta interesante que en la pregunta referida a la recomendación del uso de las TICs a alumnos con SD todos se manifestaron positivamente, aunque esta pregunta presentaba diferentes opciones: Si, No estoy seguro, Probablemente no, No sabría.

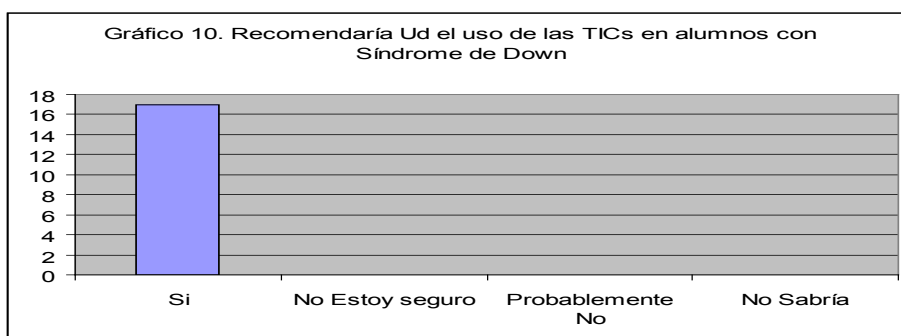


Figura 7: Aceptación docente sobre el uso de las TIC por SD.

Fuente: Autores.

En relación a la participación en Redes Sociales esta puede catalogarse como baja, con participación relativamente baja en Facebook y menor en H5, sin conocimiento de Twitter ni una participación activa (cuenta en Youtube)

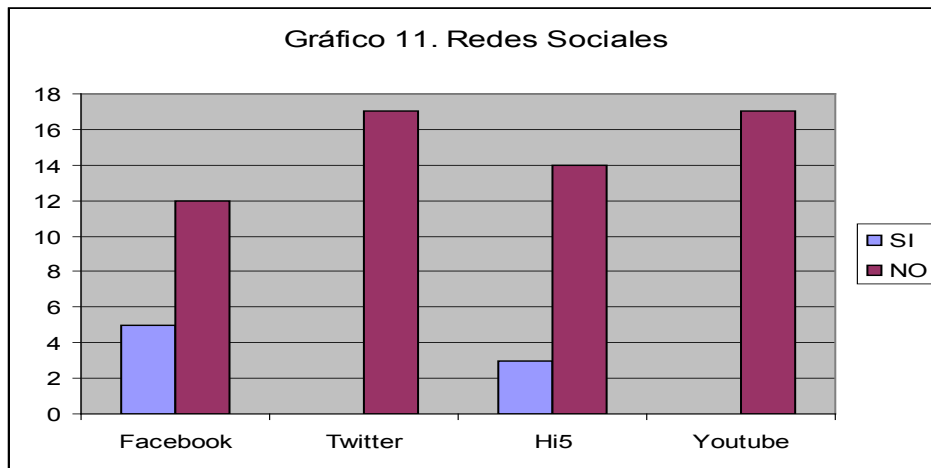


Figura 8: Redes sociales.

Fuente: Autores.

Una de las preguntas de la encuesta estaba dirigida a determinar cuál tipo de Tecnología conoce y maneja un niño con SD. Los resultados alcanzados indican que estos niños conocen y utilizan mayoritariamente el Televisor.

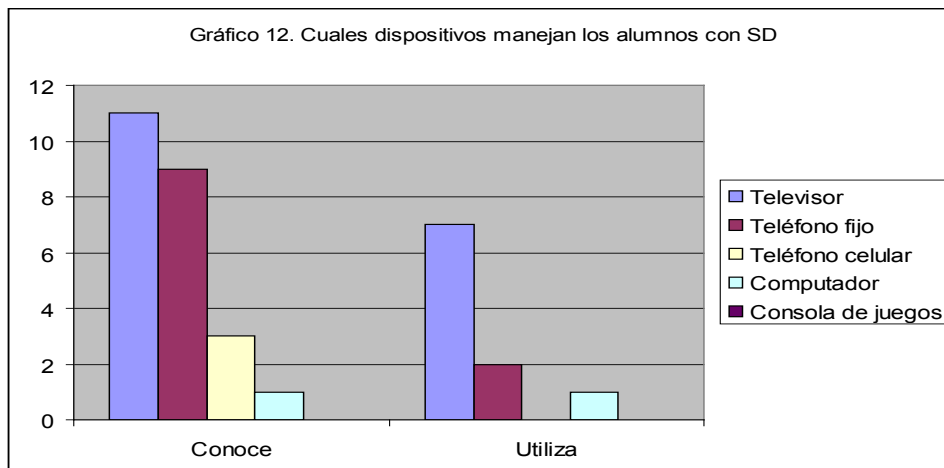


Figura 9: Dispositivos manejados por los SD.

Fuente: Autores.

El computador sólo se conoce y maneja por un alumno y de igual forma el teléfono celular, aunque pocos alumnos lo conocen ninguno lo maneja y una consola de juegos es desconocida y mucho menos utilizada.

Una vez demostrada la necesidad de desarrollar el sitio Web 2.0 se procede a su desarrollo.

Sitio WEB 2.0 para la inclusión educativa de niños SD.

La WEB 2 ofrece diferentes posibilidades de implementar y difundir noticias sobre un tema determinado. De las diferentes posibilidades de publicación se seleccionó Paper.li que ofrece la facilidad de ensamblar un flujo de noticias proveniente de diferentes fuentes. El proceso se esquematiza en:

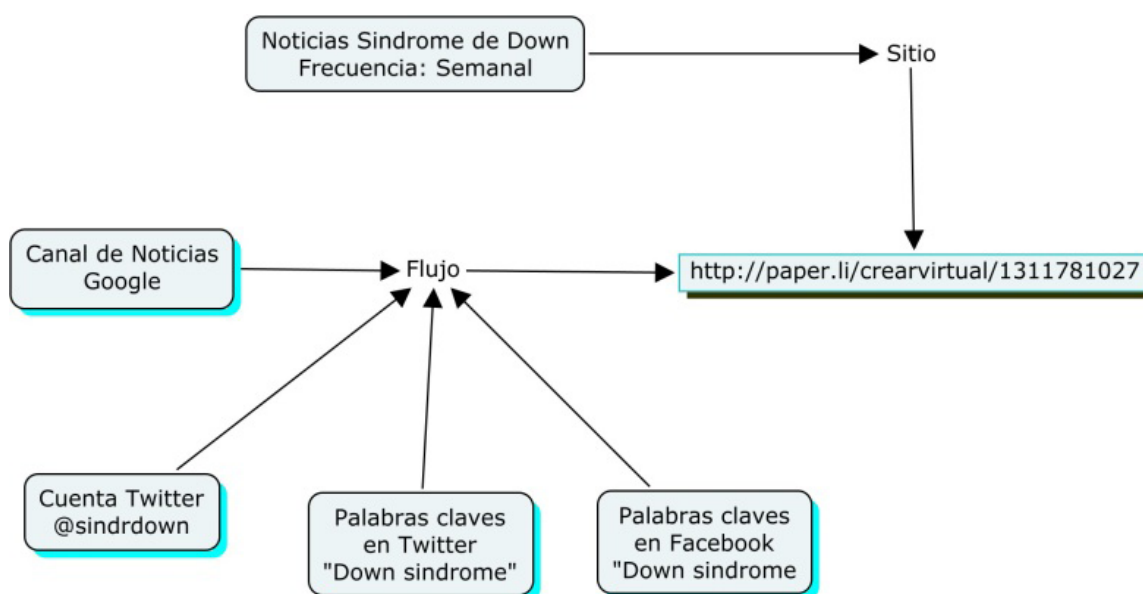


Figura 10: Esquema del proceso.

Fuente: Autores.

Para obtener el flujo de noticias en línea se creó un Canal de Noticias específico en Google sobre SD. Para ello se realizó un análisis de palabras claves relacionadas con SD: (síndrome de Down &)

El Canal de Noticias tiene su RSS y se actualiza con todas las publicaciones periódicas que refiere Google News:

El diseño del Canal de Noticias se realizó en Google News.

Se seleccionó sólo noticias en español y el Canal *Síndrome de Down* quedó disponible de forma pública dentro de la categoría Sociedad de Google News

De esta forma el servicio disponible en Paper.li recibe el flujo de noticias de:

RSS del Canal de Noticias diseñado de las mismas noticias que se publican por la cuenta Twitter @sindrdown y de palabras claves en Twitter y Facebook.

El semanario se publica con frecuencia semanal, se remite a suscriptores el aviso por mail del semanario con las noticias más destacadas

Propuesta de curso e-learning

El Sitio desarrollado (www.sdown.educ-virtual.com) pretende convertirse en un punto de encuentro de padres y docentes y propiciar un intercambio de experiencias sobre todos los problemas que conlleva la atención a niños con SD.

El Sitio encapsula las Noticias que aparecen periódicamente en el Semanario SD.

En el marco de esta investigación se desarrollaron dos cursos tipo, uno dirigido a maestros y otro de orientación a padres y que ejemplifican la estrategia considerada en relación con la capacitación de docentes y un asesoramiento a padres sobre la base del debate de los aspectos de atención al SD sobre la base de difusión de experiencias y avances en este campo:

- Claves para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de niños con SD.
- Mitos y realidades en relación con el SD.

Cursos disponibles

- Claves para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de niños con Síndrome de Down
Teacher: Rocio Mendoza



Claves para el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de niños con Síndrome de Down

Mitos y Verdades sobre el Síndrome de Down
Teacher: Rocio Mendoza



Nuestro trabajo y nuestro apoyo han de ser capaces de desplegar todas las posibilidades afectivas e intelectuales de los niños con Síndrome de Down. Conozca que es el Síndrome de Down

Figura 11: Evidencia de cursos disponibles.

Fuente: Autores.

El primero de estos cursos aborda un problema urgente que es el profundo cambio que impone el Nuevo Referente Curricular aprobado y en vigencia en Ecuador para los grados 1 al 10. Este redefine el concepto de destrezas, formula las denominadas “destrezas con criterios de desempeño” y una planificación curricular por bloques.

El maestro que atienda un aula inclusiva enfrenta así dos retos:

- El cumplimiento de los nuevos programas
- La atención diferenciada a los niños con SD

El objetivo general del curso es que los maestros puedan planificar el proceso de enseñanza aprendizaje para un aspecto de uno de los bloques establecidos de acuerdo con el Nuevo Referente Curricular del Ministerio de Educación de Ecuador para el Primer Año de Educación Básica. Es decir, se pretende la aplicación de las claves ya señaladas en relación con el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje para niños con SD:

La estructura general del curso se ejemplifica en el esquema siguiente:

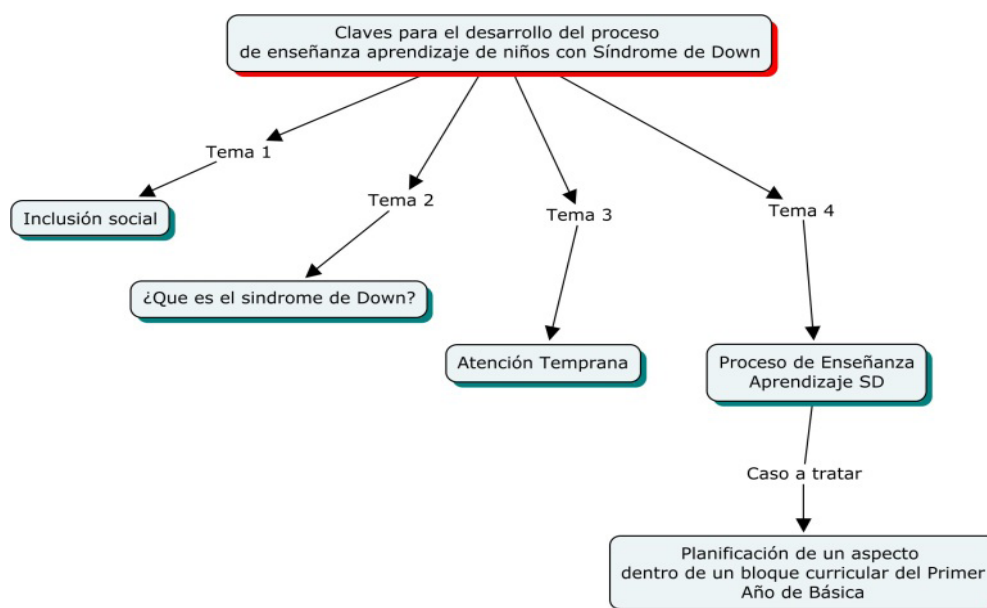


Figura 12: Estructura del curso en línea.

Fuente: Autores.

Como se observa después de una revisión y precisión de conceptos y sobre todo el debate de:

- Significado de la Inclusión Social
- Discusión de las bases científicas de que es el Síndrome de Down
- Conceptualización de las características de un Programa de Atención Temprana.

El curso coloca como “producto final” la planificación de una clase dirigida a niños con Síndrome de Down pero que se enmarque en cualquiera de los aspectos de uno de los bloques curriculares del Primer Año de Básica.

En particular se pretende que el maestro aplique los pasos siguientes:

1. Desarrollar el tema en términos concretos, en lugar de abstractos.
2. El maestro debe guiar al niño con Síndrome de Down de una forma gradual en contenidos, que otros alumnos adquirirían de forma espontánea.
3. Adecuación del ritmo de la clase lo que presupone que necesite una planificación especial que requiera más tiempo, y que se necesite mayor número de ensayos en un proceso de enseñanza aprendizaje necesariamente es más largo.
4. La descomposición de los objetivos en más pasos intermedios, con más detalles y ejemplos.
5. Intentar desarrollar la generalización con una instrucción específica para intentar lograr la extrapolación de los conceptos al contexto particular del niño con SD.

El segundo curso como ya se señaló está dirigido a los padres y parte de presentar aspectos claves en relación a como se forma el SD y te sobre todo que los padres no sientan un sentido de culpabilidad ante un aspecto que escapa de sus manos en lo biológico pero que necesariamente impone un reto entendiendo que la alteración genética que produce el SD, nos trajo al mundo una personita con potencialidades de desarrollo increíbles y tanto mejores cuanto más la atendamos.

Conclusiones:

Se constató la necesidad de desarrollar un sitio que sirviera como facilitador del proceso de inclusión educativa de niños SD y como herramienta para que profesores y padres cumplieran su rol en el desarrollo de estos niños con discapacidad psíquica congénita.

Se diseñó e implemento un Sitio en Moodle Versión 2.0 que sirvió como un punto de encuentro de padres y docentes y propiciar un intercambio de experiencias sobre los problemas que conlleva la atención a niños con SD.

En particular el manejo de diferente tipo de tecnología por los niños con SD reflejó la situación de un sector de bajos recursos con pocas posibilidades de utilización de la misma tanto en la Escuela como en el hogar.

Referencias:

- AAVV (2000). Libro Blanco de la Atención Temprana. Madrid: Real Patronato de Atención a Personas con Discapacidad
- Bueno Sánchez Eramis (2003). La investigación científica: Teoría y metodología. Zacatecas.
- Cortijo Jacomino Rene (2007). Modelo curricular por competencias y proyectos. Quito. Ecuador.
- MOYA, A. M. (2009). Las Nuevas Tecnologías en la Educación. Innovación y experiencias educativas, 24, pp. 1-9.
- Procel Orellana Segundo Enrique. 2008. Curso b-learning para capacitación de docentes en la utilización de recursos de Internet en el aula. Pág. 39-41. Tesis de Maestría Universidad de Israel. Quito. Ecuador.
- Pueschel SM. Síndrome de Down: Hacia un futuro mejor. Guía para Padres. Barcelona, Masson 1997
- UNESCO (2008a) Educación Inclusiva, El Camino hacia el Futuro, Reunión 48 de la Conferencia Internacional de educación (25-28 NOVIEMBRE 2008 GINEBRA - SUIZA), [consulta: julio 2011]. Disponible en: http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Policy_Dialogue/48th_ICE/Press_Kit/Flyer_ICE_Sp.pdf



31

Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación

Renato Echeverría¹; Bolívar Batallas¹; Santiago Salazar¹

¹Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales,

¹Universidad Técnica del Norte. Ibarra– Ecuador

arecheverria@utn.edu.ec

Resumen.

Los entornos tecnológicos fomentan y mejoran la experiencia educativa, motivando la utilización de ambientes que resulten atractivos a los estudiantes. Un claro ejemplo de la relación de la educación con las TICs, son las plataformas educativas on-line, sistemas colaborativos para la educación, videojuegos educativos, que tienen como objetivo común la motivación al aprendizaje.

Uno de los temas más controversiales es la integración del entretenimiento con la educación, para lo cual es importante señalar que en la actualidad existen diferentes técnicas en las que se utilizan metodologías, herramientas y técnicas que inicialmente se utilizaban en entornos lúdicos y ahora se aplican a entornos y ambientes educativos, como la Gamificación, entornos de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA), que permiten a las personas interactuar con una sensación de presencia, superando limitaciones del mundo real.

Adicionalmente, es importante señalar que la gamificación como técnica educativa no ha sido explotada en su totalidad, a pesar de que tiene una importante carga psicológica que influye en el comportamiento y sentimientos de los usuarios convirtiéndola en una gran herramienta para el proceso enseñanza/aprendizaje.

Por lo tanto, la integración de las mencionadas tecnologías en el proceso educativo, no es simplemente la utilización de las herramientas tradicionales como el internet o el proyector, si no, es un proceso complejo en el que intervienen varios factores como el estilo de aprendizaje de los estudiantes, los perfiles y las preferencias tecnológicas de cada usuario.

Palabras Clave: *Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Gamificación.*

Introducción

En una sociedad de la información, impulsada por el avance científico, tecnológico y socio-económico y sustentada por potentes tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), resulta indispensable la inmersión de herramientas tecnológicas en casi todas las actividades cotidianas; tal es el caso que sus efectos se evidencia en actividades laborales, de entretenimiento y fundamentalmente en actividades educativas.

Existen tres grandes razones para la inclusión de las TICs en la educación (Depretis,etal.,2008):

- Alfabetización digital: los alumnos deben conocer las funcionalidades básicas de las herramientas tecnológicas.
- Productividad: aprovechar las ventajas que brindan estas herramientas como el acceso rápido a la información (internet), preparación de clases interactivas (diapositivas, videos, proyector), fuente de información confiable (bases de datos de artículos científicos).
- Innovar en prácticas docentes: aprovechar las posibilidades didácticas que ofrecen las TICs, permitiendo a los profesores desarrollar metodologías centrados a los alumnos.

Realidad Virtual

La Realidad Virtual (RV) es un medio tecnológico que permite observar, explorar e interactuar dentro de un universo virtual generado por una computadora.

Según Bartle (2006) “los Mundos Virtuales han surgido una evolución hasta llegar a ser los principales centros de entretenimiento, educación y comunidad”.

El concepto de la RV fue creado por una tecnología emocionante que fácilmente compromete y atrae la atención del usuario. Por lo tanto resulta razonable que los educadores consideren esta tecnología para impartir conocimiento, con la idea principal de mejorar y ampliar el ambiente de aprendizaje



Figura1. RealidadVirtual. Tomadode:

http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/05/160518_tecnologia_cambios_vida_realidad_virtual_finde_lb

Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada (RA) es la integración o proyección de información virtual o digital sobre el mundo real; es decir, la proyección en tiempo real en ambientes del mundo real, cuyos elementos son complementados por procesos informáticos de entrada sensorial como sonido, videos, gráficos o datos de sistemas de posicionamiento global-GPS.

La RA tiene una relación directa con la tecnología de la RV con la diferencia que la RV presenta entornos artificiales y la RA no reemplaza al mundo real por uno virtual, sino, que relaciona la información del mundo real, complementándole con información virtual.

Gamificación

Se definen a la gamificación como un proceso relacionado con el pensamiento del jugador y las técnicas de juego para atraer a los usuarios y resolver problemas.

La gamificación proviene del inglés “gamification” y está relacionado directamente con todas las técnicas, estrategias, modelos y aplicación de conceptos que encontramos en video juegos; esto no quiere decir que la gamificación es solo el juego, sino, todo el conjunto de elementos y actividades que cautivan el interés del usuario.



Figura2. Gamificación. Tomado de:

<http://www.cwv.com.ve/wp-content/uploads/2015/05/Gamification.jpg>

Estos entornos, técnicas y metodologías tecnológicas son considerados como una excelente oportunidad para que los profesores implementen pedagogías de aprendizaje centradas en el alumno, en donde el estudiante este constantemente en el proceso de aprendizaje a través de sus experiencias.

Referencias:

1. R. Bartle, VIRTUAL WORLDFLINESS: WHAT THE IMAGINARY ASKS OF THE REAL, 2004.

UTN
IBARRA - ECUADOR

Ingeniería en Sistemas
Computacionales



FICA
FACULTAD DE INGENIERIA
EN CIENCIAS APLICADAS

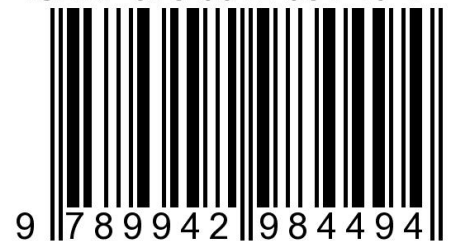


[www.utn.edu.ec/fica/carreras/sistemas]



EDITORIAL
UTN
IBARRA - ECUADOR

ISBN: 978-9942-984-49-4



9 789942 984494