

ISBN: 978-9962-698-48-7



IV CONGRESO INTERNACIONAL AmITIC
COLOMBIA - POPAYAN 2017

Aplicando nuevas tecnologías

4^{to} Congreso Internacional AmITIC 2017

Popayán, Colombia

2017



EDITOR: DR. VLADIMIR VILLARREAL
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
6-8 DE SEPTIEMBRE DE 2017

Prefacio

Por cuarto año consecutivo se celebra el Congreso Internacional AmITIC 2017, el cual tiene su sede este año en la ciudad de Popayán, Colombia.

AmITIC es un evento que alberga la participación de profesionales de diversos países, que desarrollan investigación en múltiples áreas, enmarcadas en las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) aplicadas a salud, educación, energía, desarrollo sostenible, industria, entre otras.

Para esta cuarta edición, se recibieron treinta y cuatro artículos, los cuales fueron sometidos a revisión por al menos dos evaluadores externos, quienes con su experticia ofrecieron recomendaciones a los autores para que se pudiera mejorar sus contribuciones. De los artículos recibidos, y posterior al proceso de selección, se recomendaron treinta artículos para ser presentados el día del evento. Se contó con la participación de contribuciones de países como: Panamá, Colombia, Perú, entre otros.

La organización de este evento internacional, ha estado a cargo de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), el Grupo de Investigación en Tecnologías Computacionales Emergentes (GITCE), la Universidad Cooperativa de Colombia, la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA) y la Red Temática AmITIC, que año tras año se reúnen para compartir experiencias adquiridas en I+D.

Reiteramos nuestro agradecimiento a todas las instituciones involucradas en este evento: la Universidad Tecnológica de Panamá (Sede Chiriquí), la Universidad Cooperativa de Colombia, la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra, la Corporación Universitaria del Huila (CORHUILA), la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), la Universidad Surcolombiana, a las personas que muy gentilmente formaron parte de los diversos comités, en especial al comité local por recibirnos en su majestuoso país.

Popayán, Colombia, 6 al 8 de septiembre de 2017.

Dr. Vladimir Villarreal, Panamá
Presidente del Congreso

Dr. Fernando R. Colmenares, Colombia
Presidente del Comité Científico

Ing. Roberto E. Mosquera, Colombia
Coordinador Local del Congreso

Dra. Nohora J. Bolaños B., Colombia
Sub Coordinador Popayán

Ing. Irlesa I. Sánchez M., Colombia
Sub Coordinador Neiva

Mg. Julian Andrés Mera, Colombia
Sub Coordinador Popayán

Comité

Presidente del Congreso

Dr. Vladimir Villarreal, Panamá

Presidente del Comité Científico

Dr. Fernando Colmenares, Colombia.

Coordinador Local del Congreso

Ing. Roberto Encarnación Mosquera, Colombia.

Comité Científico

Ing. Roberto Encarnación Mosquera, Colombia.

Dra. Gloria Jeanette Rincón, Colombia.

Doc. Fernando Colmenares, Colombia.

Dr. Vladimir Villarreal, Panamá.

MSc. Irlesa Indira Sánchez Medina, Colombia.

MSc. Fernando Rojas Rojas, Colombia.

MSc. Ferley Medina Rojas, Colombia.

MSc. Jorge Eliecer Martínez, Colombia.

Dr. Daniel Ricardo Delgado, Colombia.

Dr. Herman J. Mosquera Cuesta, Colombia.

Dra. Nohora Julieta Bolaños Bolaños, Colombia.

Dr. Guillermo García Gonzalez, España.

MSc. Julian Andres Mera Paz, Colombia.

Ing. Yasmín Pérez Suárez, Colombia.

MSc. Carlos Ignacio Torres Londoño, Colombia.

Ing. Geyni Arias Vargas, Colombia.

MSc. Álvaro Hernán Alarcón López, Colombia.

Dr. Javier Alanoca Ph.D., Bolivia.

Ing. Nancy Velasquez, Bolivia.

Dr. Boris Alberto Céspedes Muñoz, Bolivia.

Lic. Jaime Malqui Cabrera Medina, Colombia.

Dra. Nilda Yangüez, Panamá.

Ing. Yarisol Castillo, Panamá.

Dr. Pedro Torres Silva, Colombia.

Comité Local

MSc. Julian Andres Mera Paz, Colombia.

Dra. Nohora Julieta Bolaños Bolaños, Colombia.

Comité Estudiantil

Didio Arbey Perdomo, Colombia.

Sergio Alexander Gordillo Ramos, Colombia.

Duberney Aldana, Colombia.

Mel Nielsen, Panamá.

Manuel Samudio, Panamá.

Tabla de Contenido

02	Prefacio
03	Comites
08	Web Scraping de los Perfiles y Publicaciones de una Afiliación en Google Scholar utilizando Aplicaciones Web e implementando un Algoritmo en R. <i>Danny Murillo, Dalys Saavedra.</i>
16	Modelo de Inteligencia de Negocios y Analítica en la nube para PYMES del sector retail. <i>Milton López, Ricardo Guerrero.</i>
28	AmIHEALTH: Plataforma web para el seguimiento y control de pacientes con problemas de hipertensión arterial en Panamá. <i>Manuel Samudio, Vladimir Villarreal.</i>
35	La videoconferencia como herramienta en el e-learning con los estudiantes de la especialización en docencia universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia. <i>Pedro Luis Huergo-Tobar, Leonardo Cruz Beltrán.</i>
42	APP - Como propuesta para mejorar el rendimiento académico de estudiantes de I y II semestre del programa de Ingeniería Industrial. <i>Geyni Arias Vargas, Álvaro Hernán Alarcón López.</i>
48	Diseño de un sistema de control y automatización de temperatura, humedad del suelo y humedad relativa para optimizar el rendimiento de cultivos bajo cubierta en CORHUILA. <i>Álvaro Hernán Alarcón López, Geyni Arias Vargas, Cristian Javier Díaz Ortiz, Juan David Sotto Vergara.</i>
54	Diseño y desarrollo de una aplicación móvil que facilite el seguimiento y control de pacientes hipertensos en Panamá. <i>Mel I. Nielsen P., Vladimir Villarreal.</i>
63	S.O. usados por los clientes de la red de la Universidad Cooperativa de Colombia campus Villavicencio. <i>Carlos Ignacio Torres Londoño.</i>
70	Guía metodológica de pruebas especializada en control y calidad de aplicaciones móviles fundamentados en la norma ISO 9241-11 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTS) 2016. <i>Crhistian Michael Ramos Lopez, Jhon Edinson Castro Lopez, Alberto Bravo Buchely, Dayner Felipe Ordoñez Lopez.</i>
83	Sistema biométrico para control de acceso con doble validación. <i>Carlos Ignacio Torres-Londoño, Juan David Gallego-Giraldo, Andrés Felipe Garay-Flórez.</i>
88	Adoptar una política de seguridad de la información basados en un dominio del estándar NTC ISO/IEC 27002:2013 para la Cooperativa Codelcauca. <i>Yiner Ramos, Orlando Urrutia, Dayner Ordoñez, Alberto Bravo.</i>
96	Uso de la Realidad Aumentada en la enseñanza-aprendizaje de ciencias naturales. <i>Lilia Muñoz, Reyes Montenegro, Baltazar Aparicio.</i>
102	Técnica híbrida de estimación basada en el análisis de puntos de función y puntos de casos de uso. <i>Cesar Yesid Barahona Rodríguez, Daniel Sebastián Arias Rojas, Paola Andrea Chía Rodríguez.</i>

Tabla de Contenido

- 110** | Desarrollando software para el sector salud. *Francisco Javier Ramírez Ante.*
- 120** | Precisión de los métodos estadísticos para la detección del síndrome de Down en mujeres panameñas. *Juan José Saldaña Barrios, Elia Cano, Carlos Rovetto.*
- 127** | Diseño y manufactura de pie Protésico. *John Alexander Hernández Martin, Luis Alberto Parra Piñeros, Cesar Augusto Pinzón Pinzón, Oscar Heli Bejarano Peña, Jairo Alberto Romero Gutiérrez, Pedro Eladio García Benavides.*
- 132** | Prototipo de guía didáctica para la enseñanza – aprendizaje de la Física en ingeniería mediada por herramientas digitales disponibles en la web – Uso de simuladores. *Jaime Malqui Cabrera M., Irlesa Indira Sánchez M., Ferley Medina Rojas, Juan Manuel Arias Rojas.*
- 142** | Realidad aumentada: una herramienta tecnológica para respaldar la resiliencia psicológica en menores de edad víctimas del conflicto armado caso Caldono Cauca. *Julián Andrés Mera Paz, Omar Alfonso Roncallo Cervantes, Roger Eduardo Valencia Ramírez, Fabio Cesar Castaño Gonzales, Juan Carlos Villa Díaz.*
- 149** | Análisis sistemático de información de la Norma ISO 25010 como base para la implementación en un laboratorio de Testing de software en la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Popayán. *Julián Andrés Mera Paz, Mari Yicel Miranda Gómez, Sammy Cuaran Rosas.*
- 155** | Prototipo de Robot Paralelo Delta para fortalecer el proceso educativo a nivel superior. *José Serracín, Iveth Moreno, Tirone Vásquez, Isaac Bonilla.*
- 161** | Prototipo de videojuego para respaldar la resiliencia en menores de edad víctimas del conflicto armado en el Municipio de Caldono Cauca. *Arbenis Guzmán Omen, Brayan Steven Inchima Chicangana, Jhon Anthony Ortiz Burbano, Julián Andrés Mera Paz, María Daniela Encarnación Angulo, Rodrigo Alexander Gómez Salazar, Yonier Felipe Mosquera Angulo.*
- 167** | Prototipo para fortalecer los conocimientos y resolver problemas matemáticos basados en la multiplicación. *Lisbeth Teresa Sánchez Camayo, Julián Andrés Mera Paz, Oscar Iván Dacto Ándela.*
- 173** | Software para el cálculo de la huella ambiental en la producción de cacao. *Irlesa I. Sanchez M, Jaime M. Cabrera M, Ferley Medina Rojas, Jhon Fernando Ortiz, Sergio Gordillo and Didio Arbey Perdomo.*
- 180** | Impacto de un Objeto Virtual de aprendizaje que permite mantener y divulgar las prácticas de seguridad alimentaria y el rol de las mujeres. *Nohora Julieta Bolaños.*
- 186** | Causas que conllevan a una inseguridad alimentaria. *Nory Mileida Joaqui Guzmán.*
- 194** | Estado actual de los desperdicios de frutas y verduras en Colombia. *Maritza Marcela Martínez Anaya, Jelen Cáterin Quintero Pechene.*

Tabla de Contenido

202	Estado actual de los niveles de desperdicio de las cadenas de abastacimiento de alimentos. <i>Noryda Briyith Mosquera Caicedo, Angie Alejandra Rivera Ibarra.</i>
210	Seguridad alimentaria y nutricional en las organizaciones: CORPOCIUR, red de organizaciones basadas en fé y ASOCAMPO en el Municipio de Popayán Departamento del Cauca. <i>Claudia Lorena Cerón Fernandez, Nohora Julieta Bolaños Bolaños, Leidy Milena Trujillo Campo, Paola Andrea Trujillo Campo.</i>
218	Diseño de un algoritmo de enjambre para el trabajo colaborativo de mini robots para recoger y clasificar piezas de diferentes formas y colores. Propuesta de semillero de investigación SYNAP. <i>Roberto Encarnación Mosquera.</i>
224	Diseño de Experimento: Aproximación metodología para el desarrollo de una aplicación interactiva de realidad virtual Inmersiva, para recrear la terapia espejo en la rehabilitación de pacientes amputados de miembros inferiores con dolor de miembro fantasma. <i>Roberto Encarnación Mosquera.</i>

Editor: Dr. Vladimir Villarreal Contreras

Universidad Tecnológica de Panamá
Grupo de Investigación en Tecnologías
Computacionales Emergentes - GITCE.

David, Chiriquí
República de Panamá
vladimir.villarreal@utp.ac.pa

Edición Digital en: <http://revistas.utp.ac.pa/>

ORGANIZACIÓN

Copyright © AmiTIC 2017



CON EL APOYO



Web Scraping de los Perfiles y Publicaciones de una Afiliación en Google Scholar utilizando Aplicaciones Web e implementando un Algoritmo en R

Web Scraping of the Profiles and Publications of an Affiliation in Google Scholar using Web Applications and implementing an Algorithm in R

Danny Murillo ¹, Dalys Saavedra ²
^{1,2}VIPE, Universidad Tecnológica de Panamá
¹danny.murillo@utp.ac.pa,²dalys.saavedra@utp.ac.pa

Resumen– El objetivo de este artículo es hacer uso de la técnica Web Scraping para extraer datos de Google Scholar a través de diferentes métodos. El Web Scraping es una forma de minería de datos no estructurada, que permite extraer información de páginas web, escanear su código HTML y generar patrones de extracción de datos. El artículo muestra las pruebas realizadas de estos métodos para medir la velocidad de extracción de los datos y buscar la mejor forma de extraer los datos de GS de forma estructurada. El artículo también muestra el análisis y desarrollo de un algoritmo en el lenguaje R, para comparar la velocidad de extracción de los datos y la eficiencia en el formato de salida de los datos.

Palabras claves– Web Scraping, Google Scholar, Minería de datos, Lenguaje R, análisis de datos.

Abstract– The objective of this article is to make use of the Web Scraping technique to extract data from Google Scholar through different methods. Web Scraping is a form of unstructured data mining, which allows you to extract information from web pages, scan your HTML code and generate data extraction patterns. The article shows the tests performed by these methods to measure the speed of extraction of the data and to find the best way to extract the GS data in a structured way. The article also shows the analysis and development of an algorithm in the R language, performing tests to 15 profiles of universities in Google Scholar, comparing with other methods of scraping, data extraction speed and efficiency in data output format.

Keywords– Web Scraping, Google Scholar, Text Mining, R Language, data analysis.

1. Introducción

Internet, una red de redes que se construye a partir de 1969 y que aún al inicio de 1980 era básicamente una red física de redes, máquinas y cables interconectados que permitían enviar paquetes de información entre computadoras, según Tim Berner-Lee, la idea de la web era diseñar un espacio de trabajo colaborativo que facilitará el flujo de información [1]. Realmente, tal y como la gente lo entiende ahora fue en 1994, a partir de la existencia de un navegador web que se integra con la World Wide Web [2] y la vinculación de páginas con código html, enlaces de hipertexto, contenido multimedia, la WWW dejó de ser una red de enlaces entre páginas y documentos evolucionando a una red de datos [3].

Un gran número de expertos considera que el principal defecto del actual modelo de Internet radica en esa sobreabundancia de información, cuyo tratamiento exige una enorme cantidad de tiempo y energía a fin de cribar la calidad de los datos sumergidos en tan enorme repositorio de datos [4]. Estos datos están organizados, estructurados y visibles en páginas web, pero, no siempre es posible poder extraerlos, reutilizarlos o analizarlos con la rapidez o la estructura deseada. Uno de estos ejemplos, es la web de Google Scholar (GS), un buscador de Google lanzado en noviembre de 2004, enfocado al ámbito académico donde se almacena un extenso conjunto de trabajos de investigación científica incluyendo los de acceso abierto[5]. GS

recopila la producción científica de un investigador y la ofrece agregada en una página web, añadiendo información sobre el número de citas de cada referencia [6] que proviene de publicaciones realizadas en conferencias, congresos. Es un producto que, a diferencia de las bases de datos bibliográficas tradicionales, no vacía contenidos de revistas, sino que rastrea sistemáticamente la Web siguiendo la misma filosofía que Google, pero haciendo converger en una sola plataforma diferentes servicios. [7]

Los datos de GS son relevantes para realizar análisis Bibliométrico de los perfiles, revistas indexadas como las citas de cada uno de estos perfiles y publicaciones a nivel mundial, sin embargo, para poder obtener estos datos es necesario utilizar alguna técnica de Minería de texto debido a que GS no cuenta con ninguna forma para extraer sus contenidos. La minería de texto es una forma de extraer información de un conjunto de datos, ésta, integra la minería de contenido web, que contiene 4 formas de extracción: minería de datos no estructurada, minería de datos estructurada, minería de datos semi-estructurada, extracción de datos multimedia [8]. En la “Minería de datos no estructurada” está la minería de páginas web, que utiliza la técnica de web scraping [9].

El “Web Scraping” es una técnica que consiste en la extracción de una o varias páginas web de un sitio web que estén relacionadas mediante enlaces, para su manipulación, procesar parte de su contenido y análisis posterior de los datos [10]. Para hacer Web scraping es necesario analizar aspectos como: Accesibilidad de los datos de origen, análisis de patrones de los datos, frecuencia de extracción de los datos con el objetivo de buscar la vía más óptima para obtener los datos.

Este trabajo muestra la evaluación de varias herramientas de scraping para extraer datos de los perfiles y publicaciones de GS, llegando a la conclusión por el tiempo de procesamiento y la no estructuración adecuada en el momento de la extracción, implementar un algoritmo utilizando el lenguaje R. R es un lenguaje de programación de código abierto, desarrollado por el grupo Core Team [11]. Es un lenguaje de script por lo

que no requiere ser compilado para ser ejecutado y tiene similitud con otros lenguajes como C o C++, mezcla diferentes características de otros lenguajes.

Trabajos previos de funciones en lenguaje R para extracción de datos en Google Scholar

Función en R “GScholarScrapper” : es una función en R creada en el 2012 por Kay Cichini, permite Scrapear los perfiles y detalles de las publicaciones de un perfil en Google Scholar, pero, solo permite extraer un perfil a la vez y no muestra a que perfil pertenecen las publicaciones extraídas, ni a que afiliación. Su última actualización fue en noviembre de 2016 [12].

Paquete en R llamado “scholar”: es un paquete en R que proporciona funciones para extraer datos de GS. Fue creado por James Keirsted en el 2015 y su última actualización es de junio de 2016. Se utilizó la función `get_profile()` para extraer el perfil por separado y la función `get_publications()` para extraer los detalles de las publicaciones, pero, no indica a que usuario de GS pertenece los detalles de las publicaciones extraída [13].

2. Antecedentes

Antes de crear el algoritmo en R se realizó una evaluación de varios métodos de web scraping para comparar y evaluar la velocidad de extracción de cada método y la estructura de salida al extraer los datos.

2.1 Selección de Métodos

Realizamos las pruebas utilizando 4 métodos: copiar y pegar, Local Browser, Local Software, Online “Tabla 1. Ha excepción del método de copiar y pegar, fue posible exportar los datos en formato .CSV, no sin antes realizar un proceso de depuración de los datos debido a que los datos que se extraen están unidos a otros textos que no eran de interés.

Tabla 1. Método de web scraping, aplicación a utilizar y facilidad de uso del método.

Métodos	Aplicación	Descarga	Conocimientos del usuario	Facilidad de uso
Copiar y Pegar	Manual	ninguno	ninguno	Fácil
Web scraping Local Browser	Extensión Chrome	Gratuito	Técnico mínimo	Fácil
Web scraping Local Software	Fminer	Pago (Trial)	Técnico intermedio	No es Fácil
Web Scraping Online	Import.io	Pago (Free versión)	Técnico mínimo	Fácil

2.2 Aplicaciones utilizadas para cada método

Copiar y Pegar: no es un método de Web Scraping, pero es la forma más común de extraer datos de un sitio web, el proceso consistió en copiar y pegar cada dato del perfil y las publicaciones en una tabla de Excel, seleccionando solo el dato que se necesitaban, pero el trabajo resulto muy extenso.

Web scraping Local: se utilizó la extensión SCRAPER de Google Chrome. Permite seleccionar un bloque de datos de una página web y al activar la extensión, extrae los datos que tengan el mismo patrón de la clase HTML seleccionada, Solo permite scrapear los datos una página por vez del perfil de Afiliación, por lo que el ciclo de repetición de Web Scraping lo debe hacer el usuario [14].

Web scraping Local Software: se utilizó el software FMiner, al abrir la página web en la aplicación, permite grabar el proceso como un macro donde se va creando un diagrama de flujo de datos de la página web asignando el valor seleccionado a cada variable, el proceso es semi-automático, ya que el usuario debe escoger cuales son los datos que nos interesa guardar [15].

Web scraping Online: Import.io es una aplicación Online que analiza automáticamente la estructura de la página web y muestra los datos en formato de tabla, es

posible extraer datos de paginación, sin embargo, en las pruebas realizadas no lograba identificar las páginas siguientes, por lo que aumentaba el tiempo de extracción de los datos [16].

2.3 Selección de datos

Para realizar las pruebas se seleccionaron 5 perfiles de Universidades en GS: Universidad Francisco Marroquín (UFM), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Universidade Regional de Blumenau (FURB), Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), Universidad de La Habana (UH). Para cada Universidad se contabilizó el número de perfiles y publicaciones que tenía cada una en GS “Tabla 2”.

Tabla 2. Perfiles de universidades seleccionadas para web scraping en google scholar.

Universidad	País	#Perfiles	#Publicaciones
UFM	Guatemala	14	393
ESPOL	Ecuador	67	1061
FURB	Brasil	38	1360
UTP	Panamá	77	1434
UH	Cuba	79	2758

2.4 Pruebas de los métodos Web de Scraping

Para cada perfil de las Universidades seleccionadas se aplicó cada uno de los métodos seleccionados donde se extrajeron todos los perfiles y las publicaciones de cada perfil, donde se midió el tiempo de extracción en minutos.

El resultado de estas pruebas muestra que el **método de Web Scraping Online** obtuvo el mejor tiempo promedio de extracción de datos de una Universidad con 35 perfiles y 466 publicaciones, el cual fue de **2 horas 18 minutos** “Tabla 3”. En estas pruebas no se consideró extraer los detalles de cada publicación, por lo que el tiempo pudo ser mayor en cada método.

Tabla 3. Resultado del tiempo promedio de scraper por método, de los perfiles y publicaciones de las 5 universidades en gs.

Universidad	TIEMPO POR MÉTODO WEB SCRAPING			
	Perfiles / Publicaciones (minutos)			
	Copiar / Pegar	Local Browser	Local Software	Online
UFM	8 / 130	2 / 35	3 / 50	2 / 35
ESPOL	42 / 354	9 / 95	14 / 140	9 / 94
FURB	24 / 445	5 / 122	8 / 179	5 / 120
UTP	50 / 482	11/129	17 / 189	10 / 127
UH	51 / 920	11 / 245	17 / 363	10 / 244
Promedio	35 / 466	8 / 125	12 / 184	7 / 124

Aunque es posible ver la disminución de los tiempos de scraper entre un método y otro, decidimos realizar esta prueba creando un algoritmo en el lenguaje R para hacer un proceso automatizado de extracción, extraer los datos personalizados, disminuir el tiempo de extracción y extraer los datos de forma estructurada.

3. Metodología

3.1 Recursos

- R commander
- Aplicación R studio para Windows
- Paquete en R (rvest) para leer todo el contenido HTML de una página web (web scraping).
- Paquetes en R: xml2, plyr, wordcloud, dplyr, plot, ggplot2.
- Computador con Windows 7 de 64 Bits, Dual Core de 2.2 GHz, y Memoria RAM de 3 GB.
- La velocidad de Internet en periodo de pruebas fue de 1.45 Mb de descarga y 1.90 de Carga.
- Datos de afiliación de 15 Universidades en GS.

3.2. Análisis de estructura de Datos

Se analizaron los datos de cada bloque de los perfiles identificando patrones repetitivos en los códigos, en la “Figura 1” se muestra los fragmentos de cada perfil que son similares en cuanto al contenido y estructura por lo

que resultó más fácil crear ciclos de repetición para extraer estos datos [14].



Figura 1. Listado de Perfiles de Google Scholar, afiliación Universidad Tecnológica de Panamá.

Para poder realizar la extracción es necesario conocer el código html que compone cada bloque de perfil en GS. En la “Figura. 2” se muestra el código HTML extraído del perfil GS, donde se puede ver las etiquetas en rojo que encierran los datos que nos interesan de este perfil (negritas).

```

<div class="gsc_usr_gsc_sci">
  <div class="gsc_usr_photo">
    <a href="/citations?user=l8gpxl4AAAAJ&hl=es"></a>
    </div>
    <div class="gsc_usr_text">
      <h3 class="gsc_usr_name">
        <a
          href="/citations?user=l8gpxl4AAAAJ&hl=es">
            Elida de Obaldia</a>
        </h3>
      <div class="gsc_usr_aff">Universidad Tecnológica de
        Panama</div>
    </div>
  </div>

```

Figura 2. Estructura HTML de bloque de perfil Scrapado.

3.3. Búsqueda de patrones

Evaluamos el código HTML extraído de cada bloque de perfil en GS para buscar si los códigos html que contienen los datos tienen el mismo patrón y esquema de datos “Figura 3”, Separamos cada uno de los nodos HTML que contenían los datos de los elementos individuales que serán almacenados en variables para

luego agruparlas en una tabla en R llamada data.frame, esta permite almacenar diferentes tipos de datos.

Variable	Valor HTML	Resultado
url_perfil	read_html(url_GS)	Código HTML completo de primera página
Afiliación	html_text(url_perfil, h2_gsc_authors_header)	Universidad Tecnológica
Perfil	html_node(url_perfil, div_gs_scl)	Código HML de perfil GS
Nombre	html_text(Perfil, h3>a)	Elida Obaldia
Url_perfil	html_attr(Perfil, href)	https://scholar.google.es/citations?user=I8gpxI4AAAAJ&hl=es
Id_user	extraer_cadena(Url_perfil)	I8gpxI4AAAAJ

Figura 3. Scraper de datos por valor HTML, los resultados que se obtienen de cada bloque y las variables asignadas.

Analizamos cada bloque extraído de los perfiles de la primera página de GS, en ella se muestra una clase CSS que enmarca el contenido de cada perfil, esta clase *div.gs_scl* es un nodo que se repite, al utilizar la función de Scraper en R `html_nodes(url_afiliacion, "div.gs_scl")` con el parámetros de la clase identificada, R mostrará los bloques de contenido extraído que cumplían con este patrón dentro del código, que en total deben ser 10 nodos de perfil por cada página.

3.4 Análisis de los datos de los perfiles de GS

Cada afiliación en GS está compuesta por el listado de perfiles con su ID_USER, cada perfil contiene el listado de publicaciones y cada publicación tiene sus detalles, por lo que en el algoritmo que desarrollamos se realizó esta estructura de forma dinámica utilizando dos procesos separados para extraer primero los perfiles y su ID y luego los detalles de las publicaciones.

3.5 Esquema de los algoritmos en R

3.5.1. Algoritmo para extraer los perfiles en GS

Se desarrolló un algoritmo para extraer todos los ID de los perfiles de una afiliación utilizando la URL de afiliación de una Universidad en GS. Este algoritmo extrajo el enlace de cada perfil incluyendo los datos de: Nombre, afiliación, palabras claves, citas, citas

2011, hindex, hindex_2011 y vincular la URL del perfil y el ID del perfil “Figura 4”, para luego almacenarlos de manera temporal hasta que terminara el ciclo de repetición, al finalizar los datos se guardaron en un conjunto de datos (data.frame) que se podía acceder y visualizar al terminar el Scraper de la afiliación.

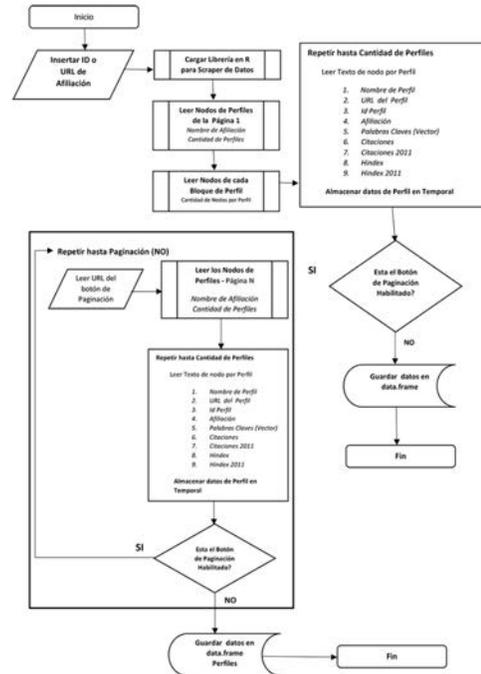


Figura 4. Esquema de Algoritmo para Scrapear datos de Perfiles de una Afiliación en Google Scholar.

3.3.5.2 Algoritmo para extraer publicaciones en GS

Se creó un segundo algoritmo para extraer todas las publicaciones por perfil, en este algoritmo se utilizó el paquete “scholar” de R y la función `get_publications()` que permitió extraer las publicaciones y los detalles de cada. El algoritmo utilizó la tabla creada en el algoritmo 1 para contabilizar el número de perfiles a extraer, y utilizar las URL y nombres de cada perfil de la tabla para añadirlo a las publicaciones extraídas “Figura 5”. El número de columnas de los detalles de las publicaciones fue dinámica debido a que algunas publicaciones tenían un esquema de datos de revistas, congresos, libros, estos datos también fueron almacenados en un conjunto de datos.

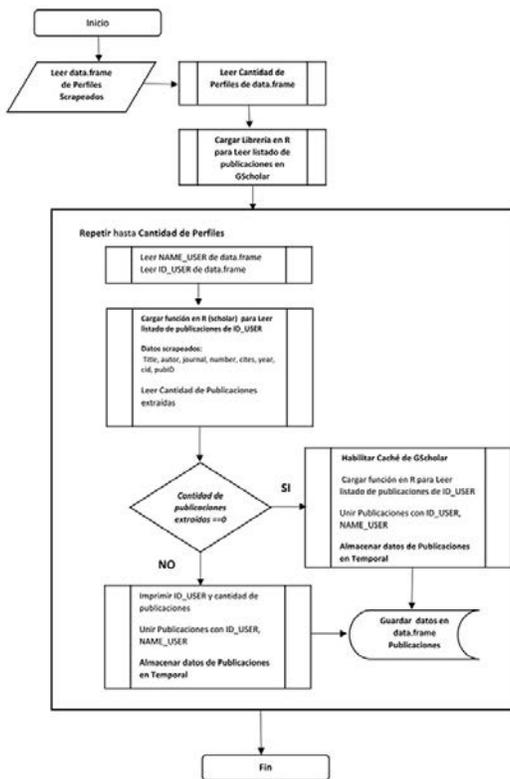


Figura 5. Esquema de Algoritmo para Scrapear todas las Publicaciones por perfil de una Afiliación en Google Scholar.

4. Resultados

4.1. Comparación de métodos y algoritmo en R

Se realizó una evaluación del Algoritmo en R utilizando los datos de las 5 Universidades anteriores con 55 perfiles y 1400 publicaciones. Las pruebas utilizando el algoritmo en R, método “1 algoritmo en R” es de 3 minutos incluyendo perfiles, publicaciones y detalles de las publicaciones “Tabla 4”. El algoritmo generó los datos extraídos de forma estructurada en R, que fueron exportados a .CSV y a MS Excel. “Figura 6”.

Nombre	titulos	word_Any	url_user	id_user	etichetas	citas_2011	Revisos	Revisos_2011	indexado	indexado_2011
1. Francisco Javier Abadés	835		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	915	492	16	6	10
2. Elio de Oñativia	880		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	890	272	8	2	8
3. Natalia Novales Ballea	467		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	467	218	11	8	11
4. Oscar W. Escobar	428		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	428	278	9	6	9
5. Rodrigo Sepúlveda Serrano	413		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	413	214	8	6	8
6. Gilberto Avul Cheng, PhD	381		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	381	213	2	2	2
7. Héctor Andrés Gavilán	328		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	328	70	1	1	1
8. Héctor Hernán Hernández	305		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	305	188	11	8	12
9. Carlos J. Villarín	275		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	275	212	8	6	8
10. DIOG O. HERNÁNDEZ GONZÁLEZ	262		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	262	80	5	1	5
11. Nicolás L. Infante	257		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	257	111	2	6	7
12. Cristian Lázaro Pizarro Trepo	187		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	187	180	7	6	8
13. Decan Cheng Peili	180		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	180	98	3	1	3
14. Heideleen Rodriguez	167		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	167	35	2	4	6
15. Alder Vega Sandoz	157		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	157	113	7	2	7
16. Ramiro Sotelo	152		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	152	188	2	2	2
17. Eugenio Ojeda	144		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	144	143	2	8	2
18. Pablo Romero	137		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	137	131	2	2	2
19. Carolina Novales	118		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	118	85	2	2	2
20. Carlos Vargas Ochoa	89		/Users/sergioferrero/Google Scholar/	1712104444	1712104444	89	85	2	2	2

Figura 6. Estructura de salida de los datos de perfiles en GS extraídos con el algoritmo

El método “2 algoritmo en R”, es el mismo algoritmo, pero se incluyó la Universidad de la República del Uruguay (UDELAR) con 182 perfiles y 6388 publicaciones. El tiempo promedio de este método fue de 4 minutos, inferior al tiempo de los métodos evaluados anteriormente. En ambas pruebas con el algoritmo, el tiempo de Scaper de los perfiles es inferior al mejor tiempo de los métodos anteriores “Figura 7”.

Tabla 4. Prueba de tiempo promedio de scaper de datos de gs utilizando diferentes métodos de web scraping.

Método	#Perfiles / #Publicaciones	Tiempo Scaper (minutos)			Horas
		Perfiles	Publicaciones	Total	
Local (Copiar/Pegar)	55 / 1400	35	466	501	8,21
Local Browser	55 / 1400	8	125	133	2,13
Local Software	55 / 1400	12	184	196	3,16
Online	55 / 1400	7	124	131	2,11
1 Algoritmo en R	55 / 1400	1	2	3	0,03
2 Algoritmo en R	76 / 2232	1	3	4	0,04

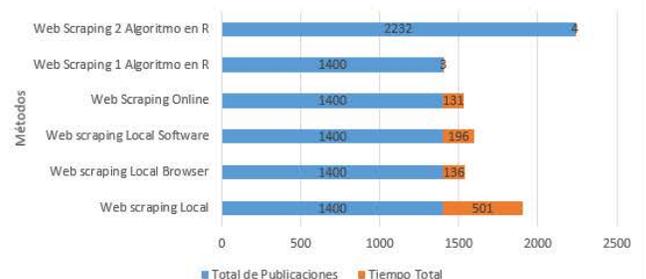


Figura 7. Gráfica de comparación de los Método de Scrapear de Perfiles y Publicaciones en GS.

4.2. Resultados de Scraper de los perfiles y publicaciones de 15 Universidades

Se realizó una prueba de extracción de todos los datos de 15 Universidades en GS utilizando el “Algoritmo en R”: Universidad de la República (UDELAR), Universidad de Costa Rica (UCR), Université de Franche-Comté (UFC), Universidad de Antioquia (UDEA), Universidad de Chile (UCHILE), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad de Osaka (OSAKAU), University of Edinburgh (UED), Universidad Politécnica de Valencia (UPV), University of Illinois at Urbana-Champaign (UILLINOIS).

Los resultados de las pruebas muestran que las Universidades con un promedio de 100 perfiles y 3400 publicaciones el tiempo de extracción fue de **2 minutos**. El tiempo total de scraper de 8364 perfiles y 175,086 publicaciones fue de **62 minutos**, inferior al tiempo de cualquier método aplicado, en las pruebas se extrajeron los perfiles, publicaciones y sus detalles “Tabla 5”.

Tabla 5. Publicaciones por universidad en gs y tiempo de scraper con algoritmo en r.

Universidad	País	#Perfiles	#Publicaciones	Tiempo (minutos)
UFM	Guatemala	14	393	1
ESPOL	Ecuador	67	1061	1
FURB	Brasil	38	1360	1
UTP	Panamá	77	1434	1
UH	Cuba	79	2758	3
UDELAR	Uruguay	182	6388	2
UCR	Costa Rica	230	6952	2
UFC	Francia	119	7063	2
UDEA	Colombia	383	8429	3
UCHILE	Chile	566	11433	5
UNAM	México	1329	12670	11
OSAKAU	Japon	460	13038	4
UED	Escocia	1471	14091	14
UPV	España	794	29835	11
UILLINOIS	Estados Unidos	2555	58181	62
		8364	175086	122

4.3 Problemas en el uso del paquete “scholar”

El uso del paquete Scholar en el algoritmo de detalles permitió agilizar el desarrollo de este, sin embargo, encontramos que el paquete tenía un error al extraer detalles de publicaciones con más de 100 registros. En las primeras 9 Universidades mostradas en la “Tabla 5” donde se verificó de forma manual que los resultados de cantidad de perfiles y publicaciones es el indicado. En las otras 6 Universidades “Tabla 6” donde los perfiles tenían más de 100 publicaciones, estos perfiles se extrajeron con 0 publicaciones, al verificar los perfiles algunos casos tenían hasta 2000 publicaciones. En la extracción de datos de la UNAM de 566 perfiles solo se extrajeron 137 perfiles con el número de publicaciones correctas, en OSAKAU de los 1329 solo 140, de la UED 140 perfiles de 460, de la UPV 387 de 794 y de la ULLINOIS 2250 de 2555.

El problema que encontramos es que la función `get_publications()` del paquete “SCHOLAR” el cual extrae los detalles de las publicaciones, contiene una variable (FLUSH=false) que extrae los datos que están en el caché de GS, cuando se habilitó a (FLUSH=true), algunos perfiles que tenían valor de 100, cambiaron su valor a 1000 ó 2000 a la hora de volver hacer la extracción. Sin embargo, en algunos perfiles que había sido scrapeados de forma correcta, pasaron a tener 0 publicaciones, por lo que el valor de (FLUSH= true/false) no permite scrapear los datos de forma correcta cuyos perfiles tengan más de 100 publicaciones.

5. Conclusión

Según los resultados obtenidos, el Web Scripting resulta ser una alternativa funcional para extraer datos de un sitio web, sin embargo, con los métodos web online y de escritorio realizados a través de aplicaciones no logramos obtener el objetivo deseado, en tiempo y datos estructurados.

La opción de crear un algoritmo, aunque más compleja a la hora de desarrollarlo, es la mejor opción para obtener

datos personalizados, el tiempo de Scraper resulto inferior en las pruebas y el tiempo máximo de las 15 Universidades fue menor al de cualquier método utilizado. Con el algoritmo logramos extraer más datos de perfiles y publicaciones en menos tiempo, con detalles de las publicaciones y los datos que se almacenan en los ya están estructurados, por lo que permite un mejor análisis de estos.

La realización de este proyecto y la culminación de forma satisfactoria de esta etapa, será de gran beneficio para las Universidades involucradas en la medición de la producción científica y académica en la Red, ya que contarán con una herramienta para minimizar el trabajo de extracción de datos de GS y analizar el impacto de las publicaciones y perfiles.

6. Trabajos futuros

Se realizará cambios en el algoritmo utilizando programación vectorizada para minimizar el tiempo de ejecución del algoritmo, también creando una pausa entre la extracción de un perfil y otro para verificar si esto elimina el problema en la extracción de perfiles extensos.

Se creará un esquema para realizar un nuevo algoritmo para extraer los datos de los detalles de las publicaciones, eliminando el uso del paquete “Scholar” y personalizar los datos a extraer.

La visión de este proyecto no es solo realizar extracción de datos, sino hacer análisis, evaluación, visualización de los datos por lo que se incluirán funciones para ello. Se contempla extraer los perfiles y publicaciones de Universidades en GS de Centroamérica, Latinoamérica y los diferentes continentes para hacer análisis de los datos.

Enlace de Algoritmo Versión 1.0 utilizando el paquete “Scholar”
<https://bitbucket.org/dannymu/ejemplos-de-r>

7. Referencias

- [1] A. M. VELÁZQUEZ, “Tim Berners-Lee: «El papel no desaparecerá, siempre habrá cosas que nos guste leer en ese formato»,” 2012. [Online]. Available: <http://www.lne.es/asturama/2012/02/15/tim-berners-lee-papel-desaparecera-habra-cosas-guste-leer-formato/1199452.html>.
- [2] M. Castells, “Internet y la Sociedad Red,” *La Factoría*, vol. 14–15, pp. 1–12, 2001.
- [3] M. F. Berners-Lee, “Weaving the Web. HarperOne,” 1999.
- [4] J. R. Sánchez Carballido, “Perspectivas de la información en Internet: ciberdemocracia, redes sociales y web semántica,” *Zer-Revista Estud. Comun.*, vol. 13; n.º 25, pp. 61–81, 2011.
- [5] L. C. Silva Ayçaguer, “El índice-H y Google Académico: una simbiosis cuantitativa inclusiva,” *ACIMED*, vol. 23, no. 3, pp. 308–322.
- [6] M. Oficial and E. N. Log, “Logística , Transporte Y Cadena De,” 2014.
- [7] D. Torres and Á. Cabezas, “Altmetrics : nuevos indicadores para la comunicación científica en la Web 2 . 0,” pp. 53–60, 2013.
- [8] D. I. Directions, T. Mining, U. K. Further, and H. Education, “The Value and Benefits of Text Mining,” no. March, 2012.
- [9] R. B. Penman and D. Martinez, “Web Scraping Made Simple with SiteScraper.”
- [10] F. Borrego, “Alternativas para realizar web scraping,” 2017. [Online]. Available: <http://felicianoborrego.com/alternativas-para-realizar-web-scraping/>.
- [11] R. Cotton, *Learning R, O'REILLY*. 2013.
- [12] K. Cichini, “GScholarScraper_3.1,” 2012. [Online]. Available: https://github.com/gimoya/theBioBucket-Archives/blob/master/R/Functions/GScholarScraper_3.1.R.
- [13] J. Keirstead, “Package Scholar,” 2015. [Online]. Available: <https://cran.r-project.org/web/packages/scholar/index.html>.
- [14] Extension Google Chrome, “Scraper,” 2015. [Online]. Available: https://chrome.google.com/webstore/detail/scraper/mbigbapnjcgaffohmbkdlecacpepngjd?utm_source=chrome-app-launcher-info-dialog.
- [15] Fminer, “FMiner Scraping,” 2015. [Online]. Available: <http://www.fminer.com/>.
- [16] Import.io, “Import.io,” 2016. [Online]. Available: <https://www.import.io/>.

Modelo de Inteligencia de Negocios y Analítica en la nube para PYMES del sector retail

Cloud Business Intelligence & Analytics model for SMEs retail

Milton Lopez¹ y Ricardo Guerrero^{1,2}

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, ^{1,2}Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

¹u201210665@upc.edu.pe, ^{1,2}u200914393@upc.edu.pe

Resumen—El principal reto que tienen las PYMES peruanas es la necesidad de información para la toma de decisiones. En este contexto, el uso de tecnologías tradicionales de análisis de datos como Business Intelligence y Analytics resultan poco accesibles para estas empresas, debido a limitantes económicas y de personal capacitado. El objetivo de este proyecto fue diseñar un modelo que combine estas tecnologías con Cloud Computing, con el fin de eliminar dichas restricciones. Específicamente, el modelo se centra en el sector retail debido al gran volumen de datos que generan en sus operaciones. De tal modo, estas empresas podrán integrar y analizar sus datos para adquirir conocimiento que les permitan tomar decisiones correctas en materia de planificación y gestión de inventarios. El modelo fue validado mediante su implementación en una PYME retail, donde se hace una evaluación de indicadores financieros, y a través de encuestas a expertos de las tecnologías.

Palabras clave— Analítica, Computación en la Nube, Inteligencia de Negocio, Retail, Toma de decisiones

Abstract— The main challenge for Peruvian SMEs is the need for information for decision-making. In this context, the use of traditional data analysis technologies such as Business Intelligence and Analytics are not very accessible for these companies due to economic constraints and trained personnel. The objective of this project was to design a model that combines these technologies with Cloud Computing, in order to eliminate such restrictions. Specifically, the model focuses on the retail sector due to the large volume of data generated in its operations. In this way, these companies will be able to integrate and analyze their data to acquire knowledge that will allow them to make correct decisions in planning and inventory management. The model was validated through its implementation in a retail SME, where an evaluation of financial indicators is carried out, and through surveys of technology experts.

Keywords—Analytics, Business Intelligence, Cloud Computing, Decision Making, Retail.

1. Introducción

En el Perú la pequeña y mediana empresa (PYME) representan un 46% del PBI peruano [1], lo que resalta la importancia de estas en la economía del país. Por ello, es fundamental que estas empresas cuenten con herramientas que les permitan afrontar sus principales dificultades y de esa manera poder aumentar su competitividad y productividad.

Uno de los principales retos que tiene este segmento económico es la necesidad de información para la toma de decisiones [4]. En el caso de la PYME retail, esto se identifica, ya que el volumen de datos que generan es mayor. Ante ello, las tecnologías de información que permiten el procesamiento y gestión de datos del negocio ofrecen una solución [2]. La inteligencia de negocios y analítica (BI&A) permiten tener una visión

de la organización a través del análisis de datos del negocio y ofrecen información oportuna que sirva de sustento en la toma de decisiones.

Sin embargo, las soluciones BI&A tradicionales se encuentran orientadas a grandes organizaciones, capaces de cubrir con los costos de implementación y mantenimiento, infraestructura tecnológica necesaria y el personal capacitado [6]. Ante estas limitantes, la tecnología Cloud Computing (CC) y su modelo de negocio orientado a servicios bajo demanda, permiten acceder a los recursos necesarios para diseñar una solución BI&A a un bajo costo, con personal y tiempo reducido [7].

Existen estudios de BI&A con CC que tratan sobre la migración de sistemas BI tradicionales a Cloud para PYMES en países norteamericanos, europeos y asiáticos,

donde se evidencia las ventajas competitivas de este tipo de implementación en un contexto de crisis. Así mismo, se conocen los beneficios de las soluciones Analytics para la predicción de demanda en empresas internacionales del sector retail; sin embargo, en Perú, no existen precedente de este tipo de implementaciones en PYMES de ese sector. Debido a que se conocen los beneficios de estas soluciones, y la experiencia de trabajos de referencia sobre implementaciones y escasa literatura de este tipo de proyectos en PYMES peruanas, este trabajo propone un modelo de BI&A sobre CC, orientado a las necesidades del sector retail, que les permita integrar y analizar sus datos para que adquieran conocimiento y les sirva como soporte en la toma de decisiones respecto a la planificación y gestión de inventarios.

El artículo se distribuye en 5 secciones. En la sección 2, se describe el estado del arte de trabajos relacionados a BI&A, Cloud Computing y las PYMES peruanas. En la sección 3, se detalla modelo propuesto, el plan de implementación, y la evaluación de las herramientas y proveedores que dan soporte a este modelo. Además, las bases del análisis económico que se debe realizar para entender los beneficios y costos de esta solución. En la sección 4, se describe validación del modelo a través de una evaluación de expertos y mediante una implementación piloto en una PYME del sector retail. Finalmente, se detalla las conclusiones en la sección 5.

2. Revisión de la literatura

A. BI&A en empresas PYMES y del sector retail

Según Nyblom, et al. (2012) debido al conocimiento reducido que tienen las PYMES para seleccionar un sistema de Business Intelligence, proponen un modelo de evaluación con el que podrán identificar las funcionalidades que se ajusten a sus necesidades [12]. Castillo y Paniora (2013) realizaron la implementación de un Datamart como herramienta de BI en el área de negocios de una PYME de servicios con el objetivo de analizar el comportamiento de clientes y mejorar las decisiones logísticas [13]. Bijaksic (2014) realiza una investigación de las diferentes tecnologías relacionadas a BI y simula a modo de prueba un proceso de análisis de venta basado en prácticas de BI&A rescatando el uso de programación analítica como propuesta de apoyo al análisis de ventas [14]. Ramos et al. (2014), en su búsqueda de apoyar a las empresas retail en la predicción de la demanda, recomienda el Modelo autoregresivo integrado de media móvil (ARIMA) (Box Jenkins), debido a que tienen la mejor versatilidad en cuestión de

predicción de series temporales y poseen un gran éxito en la investigación académica y aplicaciones industriales [11]. Para Lezek (2015), la incapacidad de los gerentes de PYMES es tomar decisiones gerenciales basadas en metodologías convencionales hace que realice un estudio de los sistemas de BI del mercado orientadas a PYMES y las principales barreras que se deben considerar para su implementación.

B. Integración de BI&A en un ambiente de Cloud Computing

Gash (2011) propone un framework para la transición de un sistema de BI tradicional a un ambiente Cloud, muestra como los altos costos y riesgos conllevan a los pocos casos de implementación de este tipo de sistemas BI tradicionales (On Premise) y las ventajas de llevarlas a un ambiente Cloud con el uso de un framework [8]. Mircea (2011) observa la poca eficacia que tienen las industrias en implementaciones de TI para enfrentar la crisis económica. Propone el uso de CC y Business Intelligence evaluando qué componentes de estos sistemas BI deberían o no migrarse a Cloud realizando un análisis del impacto de estas migraciones [15]. Menom (2012) recomienda diversos tipos de casos de uso de Cloud BI según las necesidades del negocio y los componentes actuales con los que cuenta. A partir de un análisis de retorno sobre la inversión RSI de estas soluciones, demuestra la viabilidad de una implementación de Cloud BI [9]. Yvraj et al. (2013) buscan que las empresas sean más eficientes en la época de crisis económica. Por esta razón, plantean el uso de Cloud Business Intelligence y al mismo tiempo, proponen modelos, principales drivers, los riesgos más importantes y el impacto que tendrán estas soluciones en las empresas [16]. Olszak (2014), debido a la falta de estudios completos realizados de este tipo de implementaciones que contemple los beneficios y riesgos de implementación, propone una serie de riesgos que se deben considerar en este tipo de soluciones [17].

C. Cloud Computing y BI&A, aplicación en PYMES

Katarzyna et al. (2012) observan como problema que las PYMES no pueden aprovechar todas las ventajas de un sistema de BI, debido a los altos niveles de diseño, construcción y mantenimiento que requieren este tipo de soluciones haciendo difícil su implementación. Proponen Cloud BI y realizan una prueba de concepto con el uso de un framework sobre un consorcio de PYMES obteniendo como resultado un RSI mayor al 100%

gracias al uso de herramientas de BI sobre Cloud [18]. Muriithi (2013) encuentra como problema que la crisis ha obligado a las empresas a buscar soluciones que ayuden a optimizar sus recursos, por lo cual usa un framework de Cloud BI y simula la implementación en universidades sudafricanas para validarlo [10]. Agostino y Solberg (2013), observan la falta de adopción de Cloud BI por las PYMES respondiendo la pregunta: ¿Cuáles son los factores clave de éxito para la adopción de una solución de Cloud BI en las PYMES? Nos propone una serie de factores que pueden ser usados para evaluar la mejor forma y los criterios básicos de una implementación y migración a Cloud BI basado en encuestas a los proveedores y clientes de estas soluciones [6]. Muntean (2015), muestra como oportunidad de mejora la necesidad de las empresas de agilizar sus negocios con BI, para lo cual muestra diferentes modelos de BI&A (proveedores de estos servicios en el mercado y un análisis de estos utilizando diferentes criterios) que apoyen a una implementación exitosa de estas en las PYMES [19].

3. Modelo tecnológico de BI&A sobre Cloud Computing

A. PYMES retail peruanas y la Tecnología

Para poder diseñar un modelo tecnológico a medida de las PYMES peruanas, fue necesario conocer el nivel de adopción de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y las principales necesidades que poseen.

En el aspecto de infraestructura de las TIC, el 96.2% de empresas medianas hacen uso de computadoras, mientras que en el caso de las pequeñas alcanzan un 91.1%. Asimismo, el porcentaje de uso de internet por tamaño de empresa es de un 94.2% para las medianas y un 86.6% para las pequeñas. Ante estos valores, se puede observar que este tipo de empresas cuentan con recursos mínimos para poder acceder a tecnologías Cloud [24]. Además, 45% de las PYMES administran sus recursos de tecnología de información a través de autoservicio. Es decir, los recursos informáticos son administrados por el propio empleado. Esto representa una situación que va de la mano con el tamaño de la empresa, puesto que por ser empresas con recursos económicos y personal limitado no tienen acceso a la conformación de un departamento de TI o a la contratación de un proveedor externo para que les brinde soporte [25]. Otra característica de las PYMES peruanas es que 2 de cada 5 utilizan servicios Cloud. Aunque la

cantidad de estas empresas que utilizan esta tecnología es reducida, esta se encuentra considerada como fundamental para invertir junto con tecnologías como las redes sociales, soluciones móviles y Big Data [25].

Por otro lado, a pesar de que las necesidades que denotan mayor interés entre este tipo de segmento empresarial, son la búsqueda de maneras de llegar a nuevos clientes, la mejora de eficiencias, requerimientos de mayor información para la toma de decisiones [25], las PYMES en el Perú, en su mayoría, no usan eficientemente los datos que almacenan para tomar decisiones de negocio llegando a acumularlos en grandes cantidades sin ningún uso aparente y guiándose en mayor parte por la intuición para la toma de decisiones generando problemas de planificación, gestión de inventarios, integración, etc. [4]. Adicionalmente, la gestión de inventarios, en caso de las PYMES del sector retail, puede llegar a generar un 30% de los gastos y costos totales que estos negocios generan (lo que se refleja en una baja productividad y competitividad) [5].

Finalmente, las condiciones económicas inciertas y turbulentas en el contexto global han obligado a las empresas, tanto pequeñas como grandes, a buscar otros métodos para optimizar las operaciones y reducir los costos en muchas áreas [3]. Entonces, tomar decisiones de negocio precisas y en tiempo real es de suma importancia en estos días. En ese sentido, las empresas están viéndose obligadas a invertir en nuevas soluciones que les permita agregar, filtrar y analizar la información que generan sus procesos de negocio para que puedan traducir datos aparentemente inconexos a predicciones sobre el comportamiento futuro de la compañía, clientes y competencia.

B. Modelo de BI&A en Cloud

La arquitectura muestra un claro panorama donde es necesario el uso de los 2 tipos de servicio que ofrece CC para conseguir una solución BI&A completa en la nube. Por lo tanto, se ha tomado en consideración este aspecto y ha permitido tener como resultado el siguiente modelo conceptual de BI&A Cloud. El modelo de servicios Cloud dependen si es Platform as a Service (PaaS) o Software as a Service (SaaS) y los SLA que se hayan acordado con el proveedor.

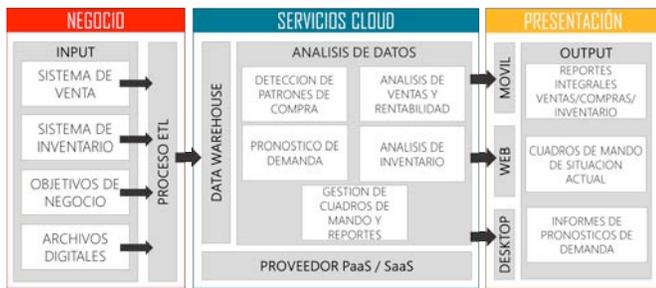


Figura 1. Modelo de Business Intelligence y Analytics Cloud.

Se ha desarrollado el modelo con el fin de que considere los módulos y etapas que comprenden una solución de BI&A. Además, el modelo está enfocado en una arquitectura de Cloud híbrida, donde se contempla el procesamiento de datos a nivel local y los otros servicios en Cloud. Esto es debido a la buena práctica de adopción de una solución BI&A Cloud en una PYME, indicando que este proceso debe ser gradual e iniciar con un esquema híbrido [15].

El modelo parte del módulo de negocios donde se consideran como fuentes de datos los sistemas de venta e inventario que posea la empresa. Además, se toman en cuenta archivos digitales, como hojas de cálculo, que son creados manualmente. A partir de estos, el proceso de ETL se encarga de procesarlos y transformarlos, según el modelo dimensional elaborado; se almacenan en un Data Warehouse en Cloud (Modulo de Servicios Cloud).

Una vez situados los datos en Cloud, estos pueden ser analizados por los servicios de BI y BA. Es importante conocer los objetivos de la empresa para no perder el foco de la visión de la organización.

Por un lado, los servicios para el análisis de datos permitirán aplicar modelos predictivos que generen pronósticos de demanda que apoyarán en mayor medida en la planificación de abastecimiento de la empresa. Además, se podrán realizar análisis de patrones a partir de métodos matemáticos, donde se podrán identificar preferencias y tendencias de compra de los clientes.

Por otro lado, BI ofrece la capacidad de realizar análisis de ventas y rentabilidad que servirán como sustento para la toma de decisiones. Así mismo, ofrecerá la capacidad de gestionar de mejor manera el inventario optimizando los niveles de stock de los productos, traducándose en disminución de costos. Cabe resaltar que estas aplicaciones dependerán de las necesidades y objetivos establecidos por el negocio.

Luego, en la capa de presentación, el resultado de los análisis y los reportes generados serán mostrados a

través de la web y dispositivos móviles. Lo cual, permite a los usuarios acceder a la información de manera oportuna y sin necesidad de estar en el negocio. En adición, los reportes podrán ser generados por los propios usuarios sin necesidad de depender de un área de TI, para luego poder compartirlos con los demás miembros de la organización.

Es en este módulo, donde los reportes de predicción de demanda ayudarán en la planificación de abastecimientos y gestión de inventarios, apoyados por la información de compras, según los proveedores, que se manejan en todas las tiendas, así como el stock de cada tienda, el cual podría reducir la merma de productos. A continuación, se muestra el detalle de los modelos y las etapas asociadas a cada uno, así como una descripción de como ayuda a las PYMES del sector retail.

Tabla 1. Modelos y etapas asociadas a BI&A sobre Cloud Computing Parte 1.

Modulo	Etapas	Descripción
Negocio	INPUT	Funcionalidades para la capa de negocios. Debido a que los servicios usados deben ser capaces de concertarse con los servidores/sistemas <i>On Premise</i> del negocio.
	ETL (Extract Transform Load)	Las herramientas deben tener la capacidad de realizar procesamientos ETL para poblar el <i>Data Warehouse</i> , con el fin de integrar los datos relevantes de todos los locales en la nube con una estructura manejable en diferentes niveles.
Servicios Cloud	Data Warehouse	Capacidades tecnológicas del <i>Data Warehouse</i> en <i>Cloud</i> .
	Análisis de datos	Capacidad analítica que poseen los servicios en <i>Cloud</i> para la explotación de los datos del negocio almacenados en el <i>Data Warehouse</i> con el fin de realizar predicciones, detección de patrones que apoyen con la planificación de inventarios. Aquí también se encuentran los servicios <i>SaaS</i> para el desarrollo de Dashboards, reportes e indicadores orientados al análisis de las ventas e inventario.

Tabla 2. Modelos y etapas asociadas a BI&A sobre Cloud Computing Parte 2.

Modulo	Etapas	Descripción
Presentación	OUTPUT	Funcionalidades orientadas a la presentación de los datos procesados, su portabilidad, facilidad de uso para el usuario, etc. Tienen el fin de ayudar en los controles de los procesos y los indicadores de gestión del negocio.
Proveedor	Operación y Soporte	Características asociadas al proveedor en aspectos de acuerdos de servicios, soporte local, facilidad de contactarse, tipos de ambientes <i>Cloud</i> , etc.

C. Tecnologías de BI&A en Cloud

En esta sección, se discutirá la implementación piloto del modelo propuesto en una PYME retail. Para esto, se realiza un análisis comparativo de los proveedores líderes en estas soluciones de BI&A Cloud en el mercado según el cuadrante de Gartner para plataformas de BI&A del año 2016. Se escogen los proveedores del cuadrante «Líderes», debido a que Gartner ha reconocido la superioridad en capacidad cualitativa y funcional de sus productos, su agilidad de responder a las nuevas tendencias y ejecutar con éxito sus estrategias; asimismo reconoce que estos proveedores se anticipan y adaptan más rápido que los otros competidores a las necesidades del mercado [20]. Las empresas seleccionadas son 5: Tableau, Qlik, Microsoft, Alteryx y SaS. Las tres primeras son elegidas debido a que son consideradas como líderes en este reporte, mientras que, los dos restantes se encuentran en el cuadrante de visionarios, pero son consideradas dentro del marco de evaluación debido a su proximidad al cuadrante de líderes.

Para determinar las funcionalidades que requiere una PYME retail de las soluciones BI&A Cloud, se ha tomado como referencia el estudio de mercado de BI Cloud a nivel mundial, elaborado por la empresa Dresner Advisory Services en el año 2015, la cual Presenta 19 característica identificadas como requeridas para la industria retail [21]. Adicionalmente, serán complementadas con 7 características consideradas en el análisis de Gartner sobre Plataformas BI&A del año 2016 y 5 características orientadas al soporte del proveedor de la solución, que se consideraron

importantes para las PYMES del sector peruano, pues estas empresas no tienen áreas de TI que les puedan dar soporte a sus soluciones. Se tiene un total de 31 características a evaluar y serán agrupadas para abarcar la totalidad del Modelo propuesto. La distribución de etapas y características fue organizada de la siguiente manera:

Tabla 3. Distribución de Etapas y Características evaluadas.

Etapas	Característica	Id.
Fuentes de datos	Compatibilidad con fuente de datos ^a	C01
	Conexión a aplicaciones <i>On premise</i> ^a	C02
	Conexión a aplicaciones <i>Cloud</i> ^a	C03
ETL	Integración/calidad de datos/ ETL ^b	C04
	Mezcla con datos de usuario final ^b	C05
Almacén de datos	Almacenamiento <i>Data Warehouse</i> ^a	C06
	Soporte de tecnología <i>In-Memory</i> ^b	C07
	OLAP ^a	C08
	<i>Big Data</i> ^b	C09
Analítica	<i>Text Analytics</i> ^b	C10
	Minería de datos y algoritmos avanzados ^b	C11
	<i>Data Discovery</i> ^b	C12
	Aplicaciones analíticas preconfiguradas ^b	C13
	<i>Location intelligence/Analytics</i> ^b	C14
	Analítica embebida ^a	C15
	Análisis colaborativo ^b	C16
	Escritura en aplicaciones transaccionales ^b	C17
	Detección de eventos complejos ^b	C18
	<i>Social media Analytics</i> ^b	C19
Visualización de datos	Consultas personalizadas ^b	C20
	Personalización de <i>Dashboards</i> ^b	C21
	Auto servicio para usuario final ^b	C22
	Producción de reportes ^b	C23
	Interfaz de búsqueda ^b	C24
	BI Móvil ^a	C25
Operación y Soporte	Visualización avanzada ^b	C26
	Oficina a nivel nacional ^c	C27
	Soporte 24x7x365 (chat, correo, teléfono) ^c	C28
	Soluciones específicas <i>retail</i> ^c	C29
	Certificaciones ISO de seguridad ^c	C30
	Migración de proveedor (<i>No Lock-in</i>) ^c	C31

a. Gartner [20], b. Dresner [23], c. Soporte para PYMES

A cada una de las 31 características se le asignó un peso; se le asignó peso 2 a las de mayor importancia para Dresner y Gartner, la cuales estaban enfocadas en cubrir

las funcionalidades necesarias para una solución de BI&A en Cloud para empresas del sector retail y PYME. Se le asignó el valor de 1.5 a las características propias de los proveedores evaluados a nivel de contratos, operaciones, flexibilidad y soporte. Finalmente, se asignó el valor de 1 a las funcionalidades más avanzadas de analítica que se consideraron de poco impacto para una PYME del sector Retail y el enfoque del modelo usado.

Por otro lado, los rangos de valoración que se le dio a cada uno de los proveedores según las características fueron 0, 1 y 2; donde 0 indicó que el proveedor no cuenta con la característica; 1 que el proveedor cuenta con la característica, pero con ciertas limitaciones y 2 significó que proveedor cuenta con la característica completa.

Tabla 4. Resultado de comparación.

Id.	Peso	Proveedor				
		Tableau	Qlik	Alteryx	Sas	Microsoft
		Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
C01	2.0	2	2	2	2	2
C02	2.0	2	2	2	2	2
C03	2.0	2	0	2	2	2
C04	2.0	1	2	2	2	2
C05	2.0	2	2	2	1	2
C06	2.0	0	0	1	2	2
C07	2.0	2	0	1	2	2
C08	2.0	0	0	0	0	1
C09	1.0	1	2	2	2	2
C10	1.0	1	0	2	2	2
C11	2.0	1	0	1	2	2
C12	1.0	2	2	1	2	2
C13	2.0	0	2	2	2	2
C14	2.0	2	2	1	2	1
C15	1.0	2	2	2	0	2
C16	2.0	2	2	2	2	2
C17	2.0	0	0	2	0	0
C18	1.0	0	0	1	0	1
C19	1.0	2	0	2	2	0
C20	2.0	2	2	2	2	2
C21	2.0	2	2	2	2	2
C22	2.0	2	2	2	2	2
C23	2.0	2	2	2	2	2
C24	2.0	0	2	1	0	2
C25	2.0	2	2	2	2	2
C26	2.0	2	2	2	2	2
C27	1.5	2	2	0	0	2
C28	1.5	2	1	2	2	2
C29	1.5	1	2	2	2	1
C30	1.5	0	0	0	2	2

C31	1.5	2	2	2	2	2
Máximo:	107	74.5	72.5	85.0	86.0	94.5

Como se puede observar, Microsoft resultó ser el proveedor con mayor puntaje obtenido sobre el máximo de 107 puntos posibles.

D. Plan de Implementación

Para elaborar el plan de implementación del modelo, se consideraron las metodologías IBM CCRA 4.0, la cual describe los pasos para el diseño e implementación de una arquitectura Cloud híbrida en una empresa [22] y la metodología Kimball Lifecycle, la cual está orientada al diseño e implementación de un Data Warehouse [23]. El plan cuenta con distintas fases donde se definen: entregables, actividades, recursos, responsabilidades y tiempos estimados.

Tabla 5. Fases de Implementación.

Nº	Fase
I	Inicio, Organización de planificación del proyecto
II	Implementación de solución <i>Data Warehouse</i>
III	Implementación de solución ETL
IV	Implementación de solución <i>Analytics</i>
V	Implementación de solución <i>Reporting y Data Visualization</i>
VI	Pruebas Unitarias e integrales
VII	Capacitación y documentación
VIII	Propuesta de <i>Roadmap</i>
IX	Cierre del proyecto

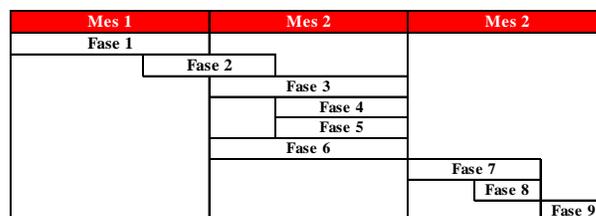


Figura 2. Secuencia de ejecución de Fases.

- Fase I: Inicio formal al proyecto y se llevará a cabo las actividades para la planificación, toma de requerimientos, análisis del negocio, validación del plan y definición del alcance de la implementación del modelo. Esta fase, tiene como hito, la aceptación de los entregables de Gestión de proyecto y análisis de los requerimientos del negocio.
- Fase II: Se realiza la implementación de la solución Data Warehouse en Cloud según el modelo dimensional propuesto para la PYME. Se tiene

como hito, la aprobación del modelo dimensional de datos y el informe de su implementación.

- Fase III: Se implementa los procesos ETL que actualizarán Data Warehouse periódicamente. El hito para esta fase es la aprobación del diseño de la estructura ETL y su implementación.
- Fase IV: Se evalúa y selecciona un modelo analítico para satisfacer los requerimientos de la PYME retail. La finalización de esta fase implica la aprobación e implementación de dicho modelo.
- Fase V: Se elaboran los reportes, indicadores y cuadros de mando según los requerimientos de la PYME retail haciendo uso de los datos almacenados en el Data Warehouse y los resultados de la solución Analítica. La aprobación del diseño e implementación de los reportes y cuadros de mando indicará la finalización de esta fase.
- Fase VI: se ejecutan pruebas unitarias e integrales para validar la integridad de la implementación realizada. Cada incidencia debe ser resuelta en el menor tiempo posible con el fin de obtener una aprobación de calidad por parte del representante del cliente.
- Fase VII: se elaboran manuales y se capacitan a los usuarios finales.
- Fase VIII: se propone una cartera de proyectos futuros para la PYME basados en los resultados de la implementación.
- Fase IX: se realizan las actividades necesarias para la conclusión formal del Proyecto

E. Análisis Económico

Las soluciones de BI&A no poseen un método preciso de cálculo de beneficios financieros, debido a que sus principales ventajas son cualitativas y basadas en la toma de mejores decisiones. Sin embargo, una empresa no puede tomar decisiones de gran inversión, sin tener alguna base financiera que sustente dicha inversión. Para esto se realizará un análisis de los gastos y costos que tiene la PYME desde un año base y se evaluará las mejoras económicas que se percibirán con la adopción de nuestro modelo.

Primero, se deben analizar los costos de la implementación según las fases mostradas. Para esto, se tienen en cuenta los siguientes recursos que se requerirán adquirir y su impacto en una o más fases del proyecto.

Tabla 6. Clasificación Criterio-Recurso.

Criterio	Recurso	Cod.
Recursos Humanos	Consultor <i>Cloud</i> BI&A	A
	Analista de Sistemas BI&A en <i>Cloud</i>	B
	Desarrollador SQL	C
	Jefe De Proyecto BI&A	D
	Desarrollador en <i>Analytics</i>	E
	Analista de Marketing	F
	Analista de Reportes/Dashboard	G
	Personal de Pruebas	H
	Documentador	I
Hardware	Pc's para desarrollo	J
	Servidores de aplicación	K
Software y otros servicios	Servicio de <i>Cloud Analytics</i>	L
	Servicio de <i>Data Visualization</i>	M
	Servicios de soporte adicional	N
	Software de Gestión de Proyectos	O
	Servicios de Internet (15Mb + IP Fija)	P
	Servicio de <i>Cloud Data Warehouse</i>	Q
	Sistemas operativos	R

Tabla 7. Clasificación Recurso-Fase.

Cod.	Fase								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
A	√	√	√	√	√	√	√	√	√
B	√								
C	√	√	√						
D	√	√	√	√	√	√	√	√	√
E				√					
F					√				
G					√				
H						√			
I		√	√	√	√	√	√	√	√
J		√							
K			√			√			
L				√					
M					√				
N	√							√	√
O	√								
P	√								
Q		√							
R			√						

Segundo, para evaluar los beneficios obtenidos, se debe realizar un análisis de la empresa con el fin de encontrar los costos y gastos que se tienen actualmente y que se podrían mejorar con la ayuda de la solución BI&A. Entre estos, se pueden mencionar:

- Gastos por diferencia de precios de compra con un proveedor o diferentes proveedores
- Gastos por mermas de productos
- Costos por compra
- Costos por mantenimiento de inventarios

Una vez, reconocidos los gastos y costos de la PYME retail, se procede a asignar un porcentaje de beneficio obtenido de cada uno de estos aspectos según los beneficios de la solución de BI&A en Cloud.

Finalmente, se procede a realizar un análisis financiero de los resultados obtenidos para obtener el RSI, VAN (Valor actual neto), TIR (Tasa interna de retorno) y el PRI (Periodo de retorno de inversión) con el fin de comprobar la viabilidad económica de la implementación propuesta.

4. Validación del Modelo

Para comprobar la validez del modelo propuesto, este fue sometido a 2 tipos de evaluaciones. La primera, mediante una implementación piloto en una PYME retail complementado con un análisis económico y la segunda a través de una validación por juicio de expertos.

A. Caso de Negocio: PYME retail

1) *Descripción de la PYME:* Corporación Donna S.R.L, conocida como Market Donna, es una empresa que se dedica a la venta al por menor de productos de consumo masivo. Cuenta con 20 años de experiencia ofreciendo sus servicios durante los cuales ha podido consolidar 4 tiendas en diferentes distritos de Lima: 2 en Chorrillos, 1 en Santiago de Surco y 1 en La Molina. Market Donna cuenta con una gran variedad de productos, entre estos perecibles y no perecibles. Por lo tanto, la empresa busca constantemente tener un stock adecuado que le permita cubrir la demanda de sus clientes y mermas reducidas.

La empresa cuenta con un sistema de ventas transaccional en cada una de las tiendas, el cual puede generar un limitado número de reportes únicamente con los propios datos del local. Es decir, no existe una integración entre tiendas y cada una trabaja de manera aislada (Ver figura 3). Para crear reportes integrados, se incurre a la creación de reportes individuales por tienda para luego ser consolidados; sin embargo, este proceso puede tardar hasta 2 días. Como consecuencia, el gerente

general y gerentes de tiendas deben tomar decisiones de manera empírica y con información parcial, lo cual puede generar consecuencias como decisiones equivocadas, errores en la estimación de la demanda e incremento de costos logísticos.

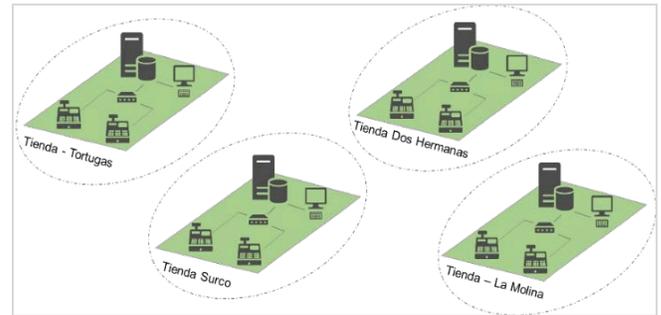


Figura 3. Infraestructura de red Market Donna.

2) *Implementación del modelo:* Como punto de partida, se realizó un análisis de negocio con el fin de poder identificar deficiencias y requerimientos de información. Asimismo, la empresa permitió utilizar las bases de datos de cada local donde almacenan datos de ventas y compras de los últimos 3 años. Luego, se procedió a desarrollar cada uno de las fases que conforman el plan de implementación.

Diseño de Data Warehouse: Se analizó la base de datos de las tiendas y se identificó las tablas de hechos, dimensiones y medidas que permitieran satisfacer las necesidades de información. Además, se procedió a diseñar el esquema del Data Warehouse en Cloud sobre la plataforma Microsoft Azure donde se cargará los datos de ventas y compras de cada tienda.

Proceso ETL: en esta etapa, se procedió a la extracción datos de la base de datos Fuente (Local) y a la carga en el Data Warehouse en Cloud. Para ello, fue necesario la creación de Jobs que permitieran realizar la primera carga a Cloud y Jobs que permitieran crear y cargar incrementales que se ejecuten periódicamente. Para la realización de estas actividades, se utilizó Talend Data Studio, una herramienta de código abierto compatible que las bases de datos que cuentan las tiendas.

Solución Analítica: en este, se implementó una solución analítica donde se utilizó el modelo predictivo ARIMA, debido a su amplia documentación y uso por las empresas de Retail. Esta solución permitirá a la empresa realizar predicciones de demanda de productos por tienda, lo cual servirá como referencia para una mejor planificación de abastecimiento y optimización de inventario del negocio.

Reporting y Data Visualization: luego de contar con la información consolidada en la nube, se utilizó el servicio de Microsoft Power BI para poder realizar la creación de reportes y Dashboards solicitados por el gerente general y gerente de tienda. Como resultado, se obtuvo la siguiente arquitectura híbrida:

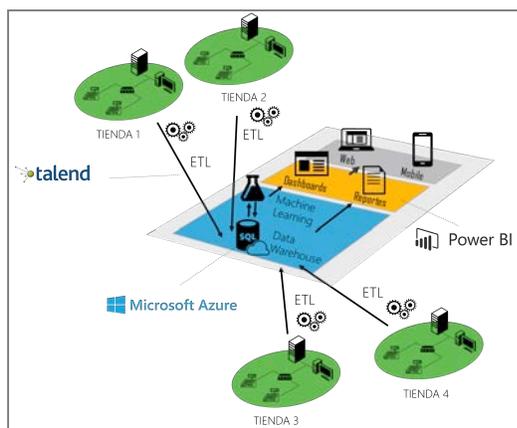


Figura 4. Modelo tecnológico Market Donna.

3) *Análisis Económico:* En esta sección, se describe cada uno de los costos y beneficios que incurrirían al implementar el modelo tecnológico. Los costos se obtienen después del análisis de la PYME en cuestión de capacidad Tecnológica y Económica. Los beneficios económicos se estiman a partir del análisis de la información de la PYME, la opinión de expertos en la industria y otros trabajos realizados sobre inteligencia de negocios en PYMES.

Entre los costos considerados, se encuentran los servicios profesionales, hardware, software, servicios y capacitación.

Considerando los costos antes mencionados, se presenta los costos totales que incurriría la empresa en un tiempo de 4 años. El año inicial hace referencia al proceso de implementación del proyecto, el cual fue desglosado en el capítulo 3.5 de este artículo. El año 1, 2 y 3 hacen referencia a los costos a considerar una vez implementado el modelo.

Para determinar los costos de Recursos Humanos, se realizó una investigación de los sueldos de las especialidades en Perú, desglosadas en el capítulo 3.5. Los recursos de hardware [competen a los servidores], computadoras y otros equipos tecnológicos que se listaron anteriormente, para este caso, se considera el costo de 4 servidores de 4 GB de RAM, 2 procesadores y 500 GB de almacenamiento como mínimo.

Los costos de software y otros servicios se consideran la suscripción a los servicios de «Azure», Power BI, Microsoft Project y los sistemas operativos Windows 2012 para los servidores. Aquí se consideran los costos por Internet, vitales para la solución Cloud.

Finalmente, los costos por mantenimiento se enfocan en los pagos por suscripción de las herramientas usadas y los costos para mantenimiento del hardware comprado.

Tabla 8. Costos totales.

Flujo de caja del costo total (años) (Montos en USD)					
Categoría	Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Valor Actual
Recursos Humanos*	5,936				
Hardware	3,508				
Software y otros servicios	1,571	3,706	3,706	3,706	
Mantenimiento		701	701	701	
Total	11,016	4,408	4,408	4,408	

* Incluye capacitaciones

Para determinar los beneficios capturados por la implementación de la solución, se evalúan los costos y gastos propuestos en el capítulo 3.5. Se realizó un análisis de cada uno de los ítems propuestos y 3 de estos fueron los más impactados con el uso de la solución. Al integrarse la información, se reconoció que los gastos por diferencia de precios entre sus tiendas generaban aproximadamente \$ 13 500 en pérdidas anuales, \$ 4 700 en costos por compra y \$ 20 600 en mermas y mantenimiento de inventario. Gracias a que se podrá predecir la demanda de productos por tiendas y se podrá tener un mejor monitoreo de los productos que se compran en el negocio, se estimó (junto con el gerente de tienda) un 20% de disminución en mermas. Integrar la información, y analizar las compras según los proveedores en cada tienda, puede disminuir hasta un 20% de los gastos por diferencia de precios que incurre actualmente la empresa. Esto se determinó según la opinión del gerente en base a los resultados mostrados. Finalmente, se estimó un 0.3% en reducción de costos generales por compra donde se pueden ubicar los costos de transporte, costos por transferencias, entre otros.

Tabla 9. Flujo de ahorros logísticos.

Flujo de ahorros logísticos (años) (Montos en USD)					
Categoría	Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Valor Actual
Gastos por diferencia de precios	-	4,454	4,454	4,454	-
Costos por compras	-	6,668	6,648	4,654	
Gastos por mermas	-	4,094	4,094	4,094	
Total	-	15,216	15,196	13,202	

Los resultados financieros calculados anteriormente se pueden utilizar para determinar el retorno de la inversión (RSI), valor neto presente (VAN), período de recuperación de la inversión (PRI), la tasa interna de retorno (TIR) y el cálculo Beneficio/Costo. Estos se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 10. Análisis de flujo de caja.

Flujo de caja (Montos en USD)					
Descripción	Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Valor Actual
Flujo de costos	-11,016.98	-4,408.19	-4,408.19	-4,408.19	-23,365.20
Flujo de beneficios	-	15,216.08	15,196.20	13,201.75	40,772.22
Flujo neto	-11,016.98	10,807.89	10,788.01	8,793.57	-
Acumulado	-11,016.98	-209.09	10,578.92	19,372.49	-

Tabla 11. Indicadores Financieros.

COK (Costo de Oportunidad)	40%
VAN	\$922.16
TIR	46.1%
RSI	74%
Periodo de recuperación (meses)	13.00
Calculo Beneficio/Costo	174%

Según los indicadores obtenidos, se resuelve que el periodo de recuperación de la inversión es de 13 meses con un RSI del 74%, el cual es muy común en las implementaciones Cloud debido al mínimo gasto en hardware adicional y software permanente. Además, se obtiene un beneficio de 174% sobre el costo de la

inversión, lo cual hace atractiva a la solución de BI&A en la nube.

Por último, con un TIR y un VAN de 46.1 y 922 respectivamente, la implementación de esta se muestra como viable para las PYMES de este sector evaluado.

En el siguiente gráfico se presenta el beneficio, costo y el periodo de recuperación.

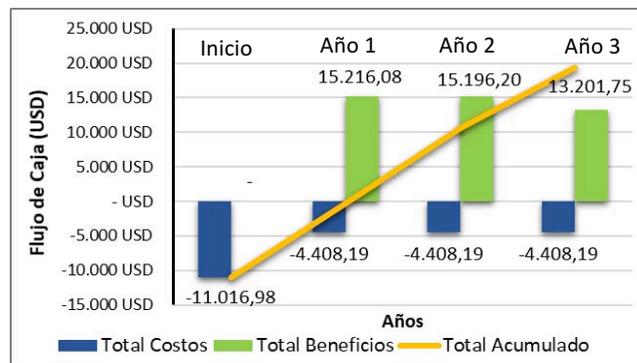


Figura 5. Análisis económico (Monto en USD).

B. Juicio de Expertos

1) *Diseño*: Para realizar esta validación, se consideró la opinión de 4 expertos en las tecnologías Cloud Computing, BI&A con relación a la implementación piloto realizada. A continuación, se presenta los años de experiencia, especialidad, empresa donde laboran y cargo de los profesionales que conformaron este grupo.

Tabla 12. Grupo de evaluación.

Cód.	Años de experiencia	Especialidad	Empresa	Cargo
E1	12	Cloud Computing	IBM	Cloud Consultant
E2	9	Business Intelligence	MDP	BI analyst
E3	11	Business Intelligence	IBM	BI analyst
E4	8	Business Intelligence	IBM	IT analyst

La manera en que se presentó el proyecto fue a través de una reunión donde se realizó una presentación oral. Posterior a ello, se solicitó respondieran una encuesta con las siguientes preguntas.

Tabla 13. Preguntas realizadas.

Cód.	Pregunta
P1	¿Considera económicamente viable la implementación del modelo propuesto en PYMES retail?
P2	¿Considera que el modelo propuesto incrementa la

	competitividad de una PYME <i>retail</i> ?
P3	¿Considera que el plan de implementación definido garantice una implementación exitosa?
P4	¿Recomendaría el modelo propuesto a una PYME del sector <i>retail</i> ?
P5	¿Considera que el modelo propuesto estará vigente en un mediano o largo plazo en el Perú?

La escala utilizada para medir las respuestas son las siguientes:

Tabla 14. Escala de medición.

Escala	Puntaje
Muy Poco	1
Poco	2
Regular	3
Aceptable	4
Muy aceptable	5

2) *Resultados*: En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos por encuestado y el promedio de cada pregunta.

Tabla 15. Resultados de encuestas.

Cód.	P1	P2	P3	P4	P5
E1	5	5	5	5	5
E2	5	5	4	5	5
E3	5	5	5	4	4
E4	4	5	4	4	5
Promedio	4.75	5	4.5	4.5	4.75

A partir de la pregunta 2, se concluye que todos los expertos consideran «Muy Aceptable» que este modelo permite incrementar la competitividad de las PYMES *retail*. Para el caso de las preguntas 1 y 5 la mayoría de ellos considera «Muy Aceptable» que el modelo es económicamente viable para ser implementado en una PYME *retail* y que tendría una vigencia de mediano y largo plazo en el Perú. En las preguntas 3 y 4, la mitad de los expertos considera «Aceptable» y la otra mitad «Muy Aceptable» que el plan de implementación definido garantice una implementación exitosa y que recomendarían el modelo a una PYME *retail*. En suma, se puede concluir que hay una aceptación favorable del modelo propuesto en aspectos de viabilidad económica y técnica, incremento de competitividad en el negocio y continuidad del modelo.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha presentado un Modelo de BI&A que se ajusta a las necesidades y características de las PYMES del sector Retail del Perú. Al ser soportada por la tecnología Cloud Computing, se logró reducir diferentes riesgos y costos que generalmente se incurren

en implementaciones On Premise. La validación demostró la viabilidad del trabajo realizado desde diferentes enfoques, tanto económicos como juicio de expertos.

De acuerdo a la investigación realizada, las PYMES del sector *retail* requieren de tecnologías que les permitan analizar los datos que generan en sus operaciones diarias para poder tomar decisiones de negocio fundamentadas. Ante esto, el modelo tecnológico propuesto permite a las empresas acceder a la tecnología Business Intelligence a un menor costo implementación y de manera rápida gracias al uso de servicios basados en Cloud Computing. Con este modelo, las PYMES *retail* podrán integrar y analizar sus datos permitiéndoles tomar mejores decisiones logísticas. Estas empresas conseguirán reducir sus mermas, ya que a través de predicciones de demanda podrán optimizar su inventario consiguiendo niveles de stock adecuados que permitan cubrir la demanda. Así mismo, podrán crear y generar reportes de manera rápida y sin necesidad de requerir de un área de TI.

Este modelo garantiza su validez mediante 2 maneras: la primera con una implementación piloto en una PYME *retail* y la segunda, una evaluación de juicio experto. En la primera, se pone en práctica las capacidades del modelo propuesto utilizando datos reales de la empresa y requerimiento solicitados. Donde el modelo permite conseguir reportes de manera rápida y con información integrada de cada una de las tiendas del negocio. Así mismo, se realizó un análisis predictivo de ventas que permite a la organización mejorar su nivel de stock y reducir sus mermas. Por otro lado, a partir de la validación por juicio experto, se consigue valoraciones positivas por parte del grupo de expertos encuestados, con lo cual se infiere que el modelo propuesto tiene una viabilidad económica sólida, es capaz de incrementar la competitividad y que se proyecta una vigencia de este a largo plazo.

6. Referencias

- [1] INEI Perú, “Micro, pequeña y medianas empresas concentran 20% de las ventas”. Lima, Perú. [Online]. Accedido: Nov, 2016: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/np133-2013-inei.pdf>
- [2] I. Morales y J. Huamaní, “Implementación de un modelo de business intelligence orientado a tecnología Mobile basado en SAP Businessobjects para PYMES del sector *retail*,” Tesis, Facultad de Ing. De Sistemas de Información, UPC, Lima, Perú, 2016. [Online]. Accedido: Nov, 2016: <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/handle/10757/620692>

- [3] R.A. Sheikh, "SaaS BI: Sustainable business intelligence solution for SMB's". In *International Journal of Research in Finance & Marketing*, vol 1, no 3, 2011, pp. 1-11.
- [4] A. Huapaya, "PYMES: realidad, problemas y alternativas ineludibles de solución," *Revista Alternativa Financiera*, vol. 4, no 4, Sep. 2007, pp. 15-18.
- [5] GS1, "El papel de la logística en las PYMES. Lima, Perú," [Online]. Accedido: Nov, 2016. http://www.gs1pe.org/e_news/10_citelogistica_01.htm
- [6] A. Agostino, K. S. Sjøilen y B. Gerritsen, "Cloud solution in Business Intelligence for SMEs—vendor and customer perspectives," *Journal of Intelligence Studies in Business*, vol. 3, no. 3, Dic. 2013, pp. 5-28.
- [7] D. Pooja Thakare y M. Priyanka, "Role of Cloud Computing in Business Intelligence: A Review," *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 4, no. 3, pp. 428-437, Mar. 2014.
- [8] D. Gash, T. Ariyachandra y M. Frolick, "Looking to the clouds for business intelligence," *Journal of Internet Commerce*, vol. 10, no.4, pp-261-269, Oct. 2011.
- [9] L. Menon, B. Rehani y S. Gund, "Business Intelligence on the Cloud Overview, Use Cases and RoI," en *IJCA Proceedings on National Conference on Communication Technologies & its impact on Next Generation Computing*, 2012, pp. 25-30.
- [10] G. Muriithi y E. Kotzé, "A conceptual framework for delivering cost effective business intelligence solutions as a service," en *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference*, East London, Sudáfrica, 2013, pp.96-100.
- [11] P. Ramos, J. M. Soares y P. Silva, "Predictive maintenance of production equipment based on neural network autoregression and ARIMA," en *21st International EurOMA Conference-Operations Management in an Innovation Economy*, Palermo, Italia, pp. 20-25, Jun. 2014.
- [12] M. Nyblom, J. Behrami, T. Nikkilä y K. S. Sjøilen, "An evaluation of Business Intelligence Software systems in SMEs—a case study," en *Journal of Intelligence Studies in Business*. vol. 2, no. 2, pp. 51-57, May. 2012.
- [13] J. Castillo y L. Palomino, "Implementación de un Datamart como una solución de Inteligencia de Negocios para el área de logística de T-Impulso," *Revista de investigación de Sistemas e Informática*, vol. 10, no. 1, pp. 53-63, Jun. 2013.
- [14] S. Bijaksic, B. Markic y A. Bevanda, "Business Intelligence and analysis of selling in retail," en *Informatologia*, vol. 47, no. 4, pp.222-231, Dec. 2014.
- [15] M. Mircea, B. Ghilic-Micu y M. Stoica, "Combining business intelligence with cloud computing to delivery agility in actual economy," en *Journal of Economic Computation and Economic Cybernetics Studies*, vol. 45, no 1, pp. 39-54, Jan. 2011.
- [16] Y. S. Gurjar y V. S. Rathore, "Cloud business intelligence—is what business need today," en *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 1, no. 6, pp. 81-86. Jan. 2013.
- [17] C. M. Olszak y E. Ziemia, "Critical success factors for implementing business intelligence systems in small and medium enterprises on the example of upper Silesia, Poland," en *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, vol. 7, no. 12, pp. 129-150, 2012.
- [18] K. Rostek, M. Wiśniewski y A. Kucharska, "Cloud business intelligence for SMEs consortium," en *Foundations of Management*, vol. 4, no. 1, pp. 105-122, Jun. 2012.
- [19] M. Muntean, "Considerations Regarding Business Intelligence in Cloud Context," en *Informatica Economica*, vol. 19, no. 4, pp. 55-67, Oct. 2015.
- [20] J. Parenteau, et al. "Magic Quadrant for Business Intelligence and Analytics Platforms," Gartner, Connecticut, USA, (Feb. 2016) [Online]. Disponible en: <https://www.gartner.com/doc/3200317/magic-quadrant-business-intelligence-analytics>.
- [21] H. Dresner, J. Ericson "Cloud Computing and business Intelligence market study", Dresner Advisory Services, LLC, [Online]. Accedido el 20/09 test Disponible en https://www.birst.com/wp-content/uploads/2015/04/2015_wisdom_of_crowds_cloud_computing_bi_market_study_-_licensed_to_birst_-_copyright_2015_das_llc.pdf
- [22] IBM "Cloud Computing Reference Architecture (CCRA) 4.0 Overview", IBM White Paper, 2014, [Online]. Disponible en <http://www.patriot.ma/Documents/CCRA.pdf>
- [23] R. Kimball y M. Ross, "The data warehouse toolkit: the complete guide to dimensional modeling," 2 nd ed., John Wiley & Sons. USA. 2011.
- [24] INEI Perú "Perú: Tecnología de información y Comunicación en las empresas," en *Perú: Tecnología de Información y Comunicación en las empresas*, EEA 2014. [Online]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1348/Libro.pdf
- [25] IPSOS Uso de TI en PYMES, [Online]. Accedido: Nov, 2016. <https://msdnshared.blob.core.windows.net/media/MSDNBlogsFS/prod.evol.blogs.msdn.com/CommunityServer.Blogs.Components.WeblogFiles/00/00/01/65/32/PYMES/5861.IPSOS%20Peru%20-%20Uso%20de%20TI%20en%20PYMES%20-%20Final%20-%2027Nov2014.pdf>

AmIHEALTH: Plataforma web para el seguimiento y control de pacientes con problemas de hipertensión arterial en Panamá

AmIHEALTH: Web platform for the monitoring and control of patients with arterial hypertension in Panamá

Manuel Samudio¹, Vladimir Villarreal²
^{1,2} Grupo de Investigación GITCE, Universidad Tecnológica de Panamá
¹manuel.samudio@utp.ac.pa, ²vladimir.villarreal@utp.ac.pa

Resumen– En este artículo, se presenta una plataforma web que permite el seguimiento de pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles, como la hipertensión arterial. Esta plataforma web permite almacenar los datos de los pacientes, el registro histórico y las tendencias de las medidas almacenadas, una lista de los alimentos que se consumen, alertas y recomendaciones de acuerdo a los rangos de mediciones obtenidas. A través de esta aplicación web, también podemos generar estadísticas sobre medidas promedio en un tiempo dado, por edad, por región, por fecha específica.

Palabras claves– Presión Arterial, Aplicaciones Web, Ingeniería de Software, Servicios Web, Hipertensión.

Abstract– In this article, we want to present a web platform that allows the monitoring of patients with chronic diseases such as arterial hypertension. This web platform allows storing patient data, historical record and trends of stored measures, a list of foods consumed, alerts and recommendations according to the ranges of measurements obtained. Through this web application, you can also generate statistics on average measures in a given time, by age, by region, by specific date.

Keywords– Blood Pressure, Web Applications, Software Engineering, Web Services, Hypertension.

1. Introducción

La presión arterial es la fuerza que ejerce la sangre al circular por las arterias. Las arterias son vasos sanguíneos que llevan sangre desde el corazón hacia el resto del cuerpo. Presión arterial alta es cuando la presión arterial es generalmente más alta de lo que debería. También se la denomina hipertensión. Es como un neumático de un automóvil con demasiado aire; si no se reduce la presión, el neumático puede dañarse. Si no se disminuye la presión arterial alta, se pueden afectar los ojos, el cerebro, el corazón, los vasos sanguíneos y los riñones [1].

La Hipertensión arterial (HTA) es un problema de salud pública y afecta a millones de personas a nivel mundial, es una enfermedad asintomática y de fácil detección, en caso que no se trate a tiempo puede ocasionar complicaciones graves o letales. En el 2010 un estudio de carga global de la enfermedad reveló que nueve millones de personas fallecieron como resultado de la Hipertensión, lo que convierte a este problema

cardiovascular en el principal factor de riesgo de salud a nivel mundial [2].

En este artículo se detalla el diseño preliminar de la plataforma web *AmIHEALTH* que permitirá gestionar y realizar seguimiento a pacientes a través de los dispositivos portátiles o de escritorio, obteniendo los datos médicos desde los dispositivos biométricos existentes, para el beneficio de las personas dependientes con problemas de tensión arterial.

2. Antecedentes

Las enfermedades crónicas no transmisibles constituyen en la actualidad la principal causa de muerte en muchas regiones del mundo, dentro de las cuales se encuentra la población de nuestro país y nuestra provincia chiricana. La Hipertensión arterial es el principal factor de riesgo cardiovascular; atribuyéndole el 80% de las muertes por complicaciones cerebrovasculares y cardiovasculares en el grupo de población de 65 años o más. Afecta a casi la

mitad de los hombres y en una proporción menor de 1 en 4 a las mujeres.

El consumo de tabaco, la falta de actividad física, una alimentación poco saludable son algunos factores de riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular, este mal es la primera causa de muerte en Panamá. Cada año, alrededor de 9.4 millones de personas mueren por hipertensión arterial.

El Presidente de la Fundación Panameña del Corazón, el doctor Bey Mario Lombana, dijo que de cada tres personas adultas, una es hipertensa. “Un 33% de la población adulta sufre de la presión. De esas personas hay una tercera parte que no sabe que la sufren o no han sido detectadas”, indica y advierte que eso es lo que ven las estadísticas mundiales. “Panamá, tiene sus 'numeritos', que no son los mejores”, señaló Lombana [3]. Esta proporción, según información del Ministerio de Salud contenida en su sitio web oficial, aumenta con la edad: una de cada diez personas de 20 a 40 años, y cinco de cada diez de 50 a 60 años.

Estas cifras se asemejan a las resultantes del estudio de PREFREC, realizado en el 2010 por el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios para la Salud y el Ministerio de Salud, que indican que el 28.4% de los participantes del estudio reportaron el antecedente de hipertensión por diagnóstico médico y 24.1% tenían valores de presión arterial clasificados como HTA [4].

3. Justificación

En nuestro país es de gran importancia el desarrollo de tecnologías que faciliten el día a día de los enfermos, para que puedan seguir integrándose a sus actividades diarias. No se propone curar enfermedades, pero si ofrecer una solución que las haga más llevaderas, minimizando la intrusión de las personas en la vida de los pacientes [5].

Como punto de partida para esta plataforma web se propone la creación de un prototipo inicial para facilitar el seguimiento médico y ayudar a la monitorización de pacientes con tensión arterial a través de dispositivos portátiles o de escritorio. A futuro y para posteriores propuestas se pretende desarrollar nuevos prototipos que formen una “suite” que fortalezcan la plataforma.

Esta solución tecnológica es *genérica*, *adaptable*, *remota* y *móvil*. **Genérica**, porque permite el desarrollo de aplicaciones para cualquier tipo de enfermedades. **Adaptable**, porque ofrece servicios ajustados a cada tipo

de enfermedad, evitándole al paciente la tarea de distinguir entre una y otra enfermedad, haciendo la interacción lo más transparente posible. **Remota**, porque el personal médico será capaz de conocer todos los datos obtenidos por los dispositivos biométricos de los pacientes a través de dispositivos portátiles o de escritorio de manera no intrusiva. **Móvil**, porque el desarrollo está basado en la integración de dispositivos de pequeños, portátiles e inalámbricos. Esto le da mayor autonomía al paciente. Todo ello integrado en una plataforma que permita dar seguimiento a diferentes tipos de enfermedades.

Considerando lo anterior se pretende desarrollar una plataforma web que permita integrar actividades de control y seguimiento de la hipertensión arterial a través de los dispositivos portátiles o de escritorio, almacenando toda la información, historial y aspectos que permita controlar esta enfermedad. Mediante la creación de esta plataforma web se ofrecerán soluciones tecnológicas que permitan a los pacientes un mejor y oportuno seguimiento y control de sus enfermedades, ofreciéndole respuestas constantes en el tiempo adecuado y facilitando la comunicación médico-paciente.

4. Definición y clasificación de la Hipertensión Arterial

La hipertensión arterial es una enfermedad crónica caracterizada por un incremento continuo de las cifras de la presión sanguínea en las arterias. Aunque no hay un umbral estricto que permita definir el límite entre el riesgo y la seguridad, de acuerdo con consensos internacionales, una presión sistólica sostenida por encima de 139 mmHg o una presión diastólica sostenida mayor de 89 mmHg, están asociadas con un aumento medible del riesgo de aterosclerosis y por lo tanto, se considera como una hipertensión clínicamente significativa.

La hipertensión arterial se asocia a tasas de morbilidad y mortalidad considerablemente elevadas, por lo que se considera uno de los problemas más importantes de salud pública, especialmente en los países desarrollados, afectando a cerca de mil millones de personas a nivel mundial. La hipertensión es una enfermedad asintomática y fácil de detectar; sin embargo, cursa con complicaciones graves y letales si no se trata a tiempo. La hipertensión crónica es el factor de riesgo modificable más importante para desarrollar enfermedades

cardiovasculares, así como para la enfermedad cerebrovascular y renal. Se sabe también que los hombres tienen más predisposición a desarrollar hipertensión arterial que las mujeres, situación que cambia cuando la mujer llega a la menopausia, ya que antes de esta posee hormonas protectoras que desaparecen en este periodo y a partir de ese momento la frecuencia se iguala. Por lo tanto la mujer debe ser más vigilada para esta enfermedad en los años posteriores a la menopausia.

La hipertensión arterial, de manera silente, produce cambios en el flujo sanguíneo, a nivel macro y microvascular, causados a su vez por disfunción de la capa interna de los vasos sanguíneos y el remodelado de la pared de las arteriolas de resistencia, que son las responsables de mantener el tono vascular periférico. Muchos de estos cambios anteceden en el tiempo a la elevación de la presión arterial y producen lesiones orgánicas específicas [6]. La relación continua existente entre la presión arterial y las complicaciones cardio vasculares y renales hace difícil establecer la distinción entre normotensión e HTA cuando estas se basan en valores de corte de la presión arterial. Esto es aún más evidente en la población general debido a que los valores de presión arterial sistólica y presión arterial diastólica tienen una distribución unimodal. Sin embargo, en la práctica, los valores de corte de la presión arterial se utilizan universalmente, tanto para simplificar la estrategia diagnóstica como para facilitar la toma de decisiones sobre el tratamiento. La clasificación recomendada no ha variado desde las ediciones de la guía sobre HTA de la ESH/ESC (*European School of Hypertension – European Society of Cardiology*) de 2003 y 2007 [7].

Tabla 1. Clasificación de la presión arterial.

Categoría	Sistólica		Diastólica
Óptima	< 120	y	< 80
Normal	120-129	y/o	80-84
Normal alta	130-139	y/o	85-89
HTA de grado 1	140-159	y/o	90-99
HTA de grado 2	160-179	y/o	100-109
HTA de grado 3	≥ 180	y/o	≥ 110
HTA sistólica aislada	≥ 140	y	< 90

En Panamá según la guía nacional de hipertensión arterial del 2004, se considera hipertensión arterial como una presión arterial sistólica mayor o igual a 140 mmHg o una presión arterial diastólica mayor o igual a 90 mmHg

y para diabéticos y nefrópatas una presión sistólica mayor o igual 130 mmHg o una presión arterial diastólica mayor o igual a 80 mmHg, todas las mediciones por debajo de estos rangos se consideran una presión arterial normal.

Luego de considerar las clasificaciones propuestas de estudios mas recientes como lo son el Séptimo Informe del Comité Nacional Conjunto sobre la Prevención, Detección, Evaluación y Tratamiento de la Presión Arterial Elevada, las Pautas Europeas para el Manejo de la Hipertensión, se decidió utilizar la clasificación del Consenso Latinoamericano sobre Hipertensión Arterial para implementarlo en la plataforma, donde el concepto de hipertensión se diagnostica cuando la presión arterial es mayor o igual a 140/90 mmHg (Tabla 1).

5. Materiales y métodos

Para el desarrollo de la plataforma se eligió una metodología de desarrollo evolutivo con modelado de prototipo, el cual se consideró el más acorde con el tipo de proyecto. Esta metodología se basa en la idea de desarrollar una implementación inicial, exponiéndola a los comentarios del usuario y refinándola a través de las diferentes versiones hasta que se desarrolla un sistema adecuado (figura 1). Las actividades de especificación, desarrollo y validación se entrelazan en vez de separarse, con una rápida retroalimentación entre éstas [8].



Figura 1. Modelo de proceso evolutivo.

El paradigma de hacer prototipos (véase la Figura 2) comienza con comunicación. Usted se reúne con otros participantes para definir los objetivos generales de software, identifica cualesquiera requerimientos que conozca y detecta las áreas en las que es imprescindible una mayor definición. Se planea rápidamente una iteración para hacer el prototipo, y se lleva a cabo el modelado (en forma de un “diseño rápido”). Éste se

centra en la representación de aquellos aspectos del software que serán visibles para los usuarios finales (por ejemplo, disposición de la interfaz humana o formatos de la pantalla de salida). El diseño rápido lleva a la construcción de un prototipo. Éste se entrega y es evaluado por los participantes, que dan retroalimentación a para mejorar los requerimientos. La iteración ocurre a medida de que el prototipo es afinado para satisfacer las necesidades de distintos participantes, y al mismo tiempo le permite a usted entender mejor lo que se necesita hacer.

El ideal es que el prototipo sirva como mecanismo para identificar los requerimientos del software. Si va a construirse un prototipo, pueden utilizarse fragmentos de programas existentes o aplicar herramientas (por ejemplo, generadores de reportes administradores de ventas) que permitan generar rápidamente programas que funcionen [9].

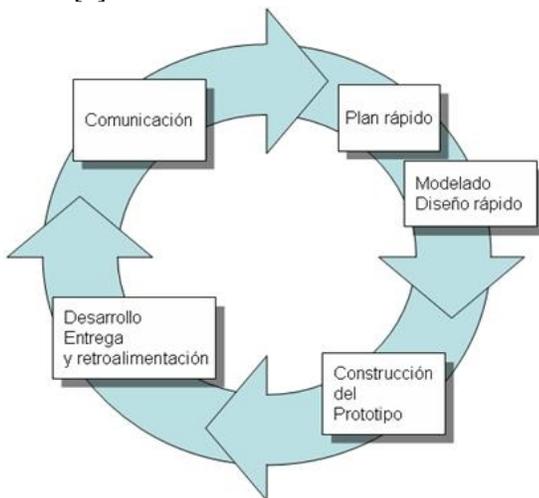


Figura 2. Paradigma de hacer prototipos.

5.1 Patrones de diseño y arquitectura

Los patrones de arquitectura y diseño de la plataforma están basados en el *framework Laravel* sobre el cual esta construida la aplicación.

5.1.1 Modelo-Vista-Controlador(MVC)

Es un patrón de arquitectura que separa una aplicación en tres principales componentes lógicos: el modelo, la vista, y el controlador. Cada uno de estos componentes se construyen para manejar aspectos específicos de desarrollo de una aplicación. MVC es uno de los marcos de desarrollo web estándar de la industria más utilizado para crear proyectos escalables y extensibles [10].

En la figura 3 se detalla el funcionamiento de este patrón arquitectónico, donde *Laravel* incluye un sistema de mapeo de datos relacional llamado *Eloquent ORM* que facilita la creación de modelos. Este *ORM* se fundamenta en el patrón *Active Record* y su funcionamiento es muy sencillo. Es opcional el uso de *Eloquent*, pues también dispone de otros recursos que nos facilitan interactuar con los datos, o específicamente la creación de Modelos. El mismo incluye un sistema de procesamiento de plantillas llamado *Blade*. Este sistema de plantillas favorece a crear un código mucho más limpio en las Vistas. El sistema *Blade* de *Laravel*, permite una sintaxis mucho más reducida en su escritura. Los Controladores contienen la lógica de la aplicación y permiten organizar el código en clases sin tener que escribirlo todo en las rutas.

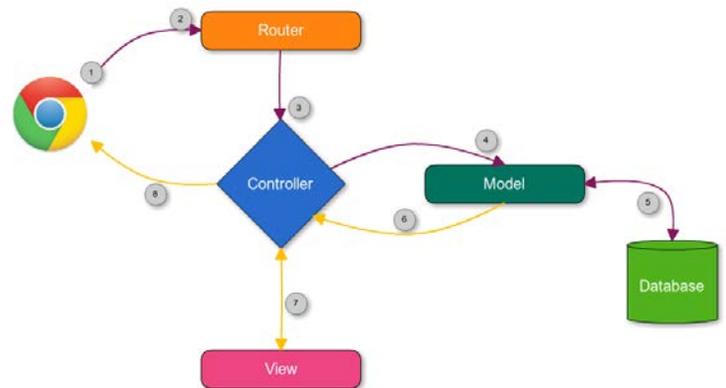


Figura 3. Arquitectura MVC.

5.1.2 Arquitectura de la Plataforma

La arquitectura propuesta para el desarrollo es de una plataforma tecnológica que permita el seguimiento de pacientes a través de dispositivos móviles, sistemas web y dispositivos biométricos. Esta plataforma permite integrar diversas aplicaciones móviles para el autocontrol de enfermedades como la presión arterial, nutrición, diabetes, entre otras.

En la figura 4, se muestran los elementos que integran la plataforma. La plataforma debe permitir la conexión de dispositivos biométricos a través de la tecnología Bluetooth, WiFi, entre otros. Estos dispositivos son responsables de capturar datos del paciente o del usuario. Esta información se almacena en el dispositivo móvil (Smartphone, Tablet, Computer) a través de una base de datos remota alojada en un servidor central.

La información obtenida de los pacientes puede ser revisada y consultada por especialistas médicos, a través

de una aplicación web, donde se puede observar la historia de las mediciones, los alimentos consumidos, las recomendaciones generadas.

A través de la creación de esta aplicación se ofrecerán soluciones tecnológicas que permitan a los pacientes una mejor y más oportuna vigilancia y control de su enfermedad, ofreciendo respuestas constantes en el momento adecuado y facilitando la comunicación médico-paciente.

Además de facilitar el autocontrol del paciente, la plataforma permite la generación de estadísticas de presión arterial promedio por día, mes, año. También es posible obtener estadísticas de tensión promedio por rango de edad, ubicación geográfica, la mayoría de los alimentos consumidos, entre otros.

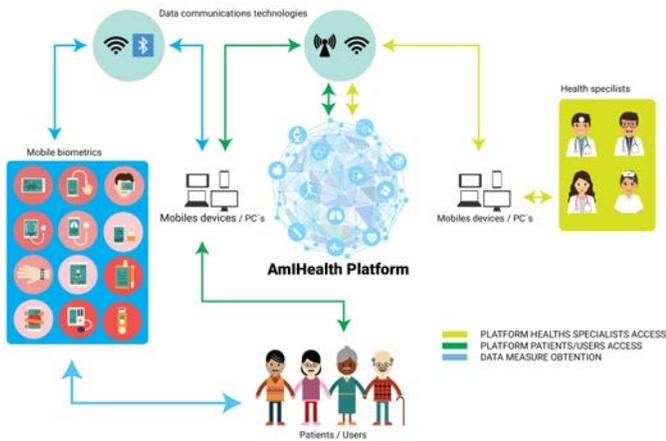


Figura 4. Esquema de la plataforma AmiHEALTH.

Para el desarrollo de la plataforma se ha elegido el *framework* *Laravel* versión 5.4. para el lenguaje de programación *PHP* versión 5.6.30. Este *framework* de código abierto nos permite el uso de una sintaxis elegante y expresiva para crear código de forma sencilla y permitiendo multitud de funcionalidades.

En la figura 5 se muestra la arquitectura del servicio, el cual implementa el protocolo estándar abierto *Open Authorization* (OAuth 2.0), que permite autorización segura de una *API* de modo estándar y simple para aplicaciones de escritorio, móviles y web. Este protocolo de autorización le permite a los usuarios de la aplicación móvil interactuar con la plataforma *AmiHEALTH* utilizando las rutas *Restful API*, donde el *Middleware Oauth 2.0* autentifica los usuarios y les permite utilizar las diferentes funcionalidades de la plataforma.

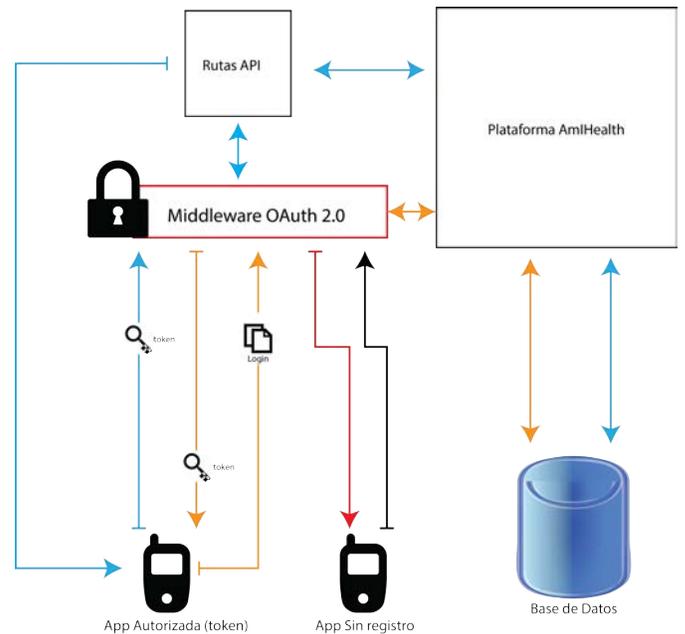


Figura 5. Arquitectura del Servicio.

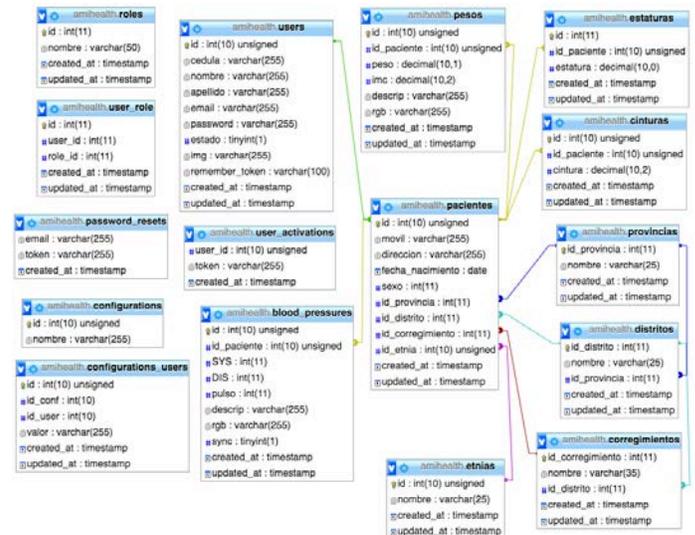


Figura 6. Esquema de la Base de Datos AmiHEALTH.

La figura 6 muestra el esquema de base de datos de la plataforma *AmiHEALTH* para el registro de usuarios. Cuando un paciente se registra, debe ingresar sus datos generales además de su origen étnico, peso, estatura y cintura, las cuales son muy importantes para poder generar estadísticas futuras. Una vez que el paciente activa su cuenta puede proceder a registrar sus medidas de presión arterial. La tabla de medidas contiene el número de identificación del paciente, la presión sistólica, la presión diastólica y el pulso. El paciente podrá ver sus medidas con el tiempo. También, el sistema

utiliza las mediciones de la presión arterial del paciente para clasificarlo por grupo o categoría usando la clasificación mostrada en la Tabla 1.

6. Desarrollo de la propuesta

A continuación, se detalla cada una de las características principales de la plataforma web y el servicio expuesto para la autenticación de los usuarios de la aplicación móvil.

6.1 Registro de usuario

Para el registro de usuario en la plataforma hemos implementado el proceso de autenticación de usuario (véase la Figura 7).

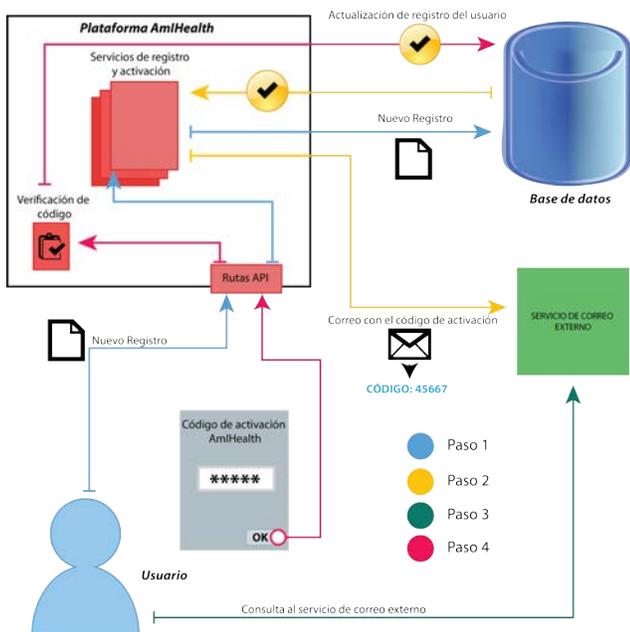


Figura 7. Proceso de autenticación de usuario.

Cuando un nuevo paciente se registra debe introducir sus datos generales y datos tales como etnia, altura, cintura. Una vez que el registro sea exitoso, el sistema enviará un correo electrónico al paciente, el cual deberá confirmar para entrar en la plataforma(Figura 8).

La imagen muestra una interfaz web para el registro de un usuario. El formulario incluye campos para: ID Number (formato [] - [] - []), First Name, Last Name, Email, Password, Confirm Password, Phone, Address, Birthdate (con calendario), Gender (dropdown), Province (dropdown), District (dropdown), Conregimiento (dropdown), Ethnicity (dropdown), Height(m) y Weight(kg). Hay un botón 'Registrar' al final del formulario.

Figura 8. Vista del registro.

6.2 Inicio de sesión

Esta vista permite al usuario ingresar a la plataforma introduciendo su correo electrónico y contraseña. Además, le permite elegir si desea que el navegador recuerde sus datos. Si el usuario no está registrado, debe hacer clic en el enlace de registro (Figura 9).

La imagen muestra una interfaz web para el inicio de sesión. Incluye campos para 'E-Mail Address' y 'Password'. Hay un checkbox 'Remember Me' y un botón 'Login'. Un enlace 'Forget Your Password?' está visible debajo del campo de contraseña.

Figura 9. Vista del login.

6.3 Dashboard

La figura 10 *dashboard* del paciente, el cual muestra las mediciones más recientes de la presión arterial, peso y otras medidas adicionales. Estas se muestran por semana, mes o año y las representa gráficamente de una manera fácil y sencilla de comprender por el paciente. Además, tiene una barra lateral que muestra las diferentes acciones que el paciente puede utilizar, como la adición de una nueva medición de la presión arterial.

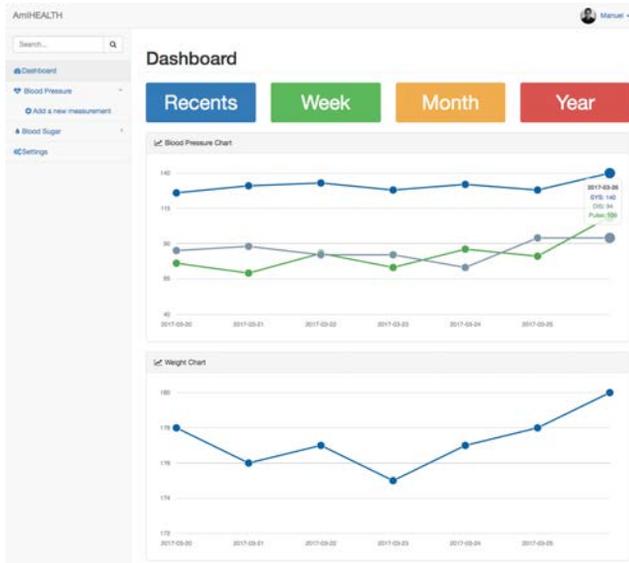


Figura 10. Vista del Dashboard.

6.4 Mediciones de presión arterial

En la figura 11 se muestra la vista de registro de una nueva medición de la presión arterial. El paciente debe introducir los valores manualmente de la presión sistólica y diastólica, estos valores deben ser dados en mmHg y el valor del pulso en Bpm.

The screenshot shows the 'Blood Pressure' measurement form in the AmIHEALTH app. It has a search bar and a navigation menu. The main form is titled 'New Blood Pressure Measurement' and contains three input fields: 'SYS (mmHg)' with the value 144, 'DIA (mmHg)' with the value 87, and 'Pulse (Bpm)' with the value 96. A green 'Done' button is at the bottom.

Figura 11. Vista de medición de presión arterial.

7. Conclusiones

El desarrollo de tecnologías que faciliten el procesamiento y almacenamiento de datos de pacientes, son una solución apropiada para la toma de decisiones en cuanto a tendencias de una enfermedad.

Esta plataforma, además de gestionar los datos del paciente, nos permitirá generar estadísticas del comportamiento de la hipertensión según diferentes indicadores. Toda esta información es relevante para el área de salud, ya que nos facilita el desarrollo de planes de prevención.

8. Agradecimientos

Agradecemos a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) por el apoyo financiero del proyecto ITE15-001, a la Universidad Tecnológica de Panamá y muy especialmente a los especialistas en salud que nos han apoyado con información relevante. El segundo autor es miembro del SNI como Investigador Nacional I.

9. Referencias

- [1] Presión arterial y su salud. (2016). 1st ed. [pdf] American Society of Hypertension, pp.3-4. Disponible en la web: <https://www.ash-us.org/documents/BloodPressureHealthSpanish.pdf> [Consultado el 12 de Septiembre de 2016].
- [2] Minsa.gob.pa. (2016). Día Mundial de la Hipertensión Arterial (HTA). [en línea] Disponible en la web: <http://www.minsa.gob.pa/noticia/dia-mundial-de-la-hipertension-arterial-hta> [Consultado el 18 Septiembre de 2016].
- [3] La Estrella de Panamá. (2014). Un 33% de población adulta en Panamá sufre de hipertensión arterial. [en línea] Disponible en la web: <http://laestrella.com.pa/vida-de-hoy/salud/94-millones-personas-mueren-cada-hipertension-arterial/23807287> [Consultado el 18 de Septiembre de 2016].
- [4] Saludpanama.com. (2016). Hipertensión Arterial: el asesino silencioso. [en línea] Disponible en la web: <http://www.saludpanama.com/hipertension-arterial-el-asesino-silencioso> [Consultado el 18 de Septiembre de 2016].
- [5] Villarreal, Vladimir. (2016). AmIHEALTH: desarrollo de soluciones móviles para entornos de salud y dependencia. Casos iniciales Hipertensión Arterial y Diabetes. 1st ed. p.5.
- [6] Es.wikipedia.org. (2017). Hipertensión arterial. [en línea] Disponible en la web: https://es.wikipedia.org/wiki/Hipertensi%C3%B3n_arterial [Consultado el 14 de Mayo de 2017].
- [7] Anguita Sánchez, M. (2013). Comentarios a la guía de práctica clínica de la ESC/ESH sobre manejo de la hipertensión arterial de la Sociedad Europea de Cardiología y la Sociedad Europea de Hipertensión 2013. Un informe del Grupo de Trabajo del Comité de Guías de Práctica Clínica de la Sociedad Española de Cardiología. [en línea] Disponible en la web: <http://www.revespcardiol.org/es/comentarios-guia-practica-clinica-esc-esh/articulo/90249386/> [Consultado el 15 de Mayo de 2015].
- [8] Sommerville, I. and Alfonso Galapienso, M. (2005). Ingeniería del software. 1st ed. Madrid: Pearson Educación, pp.63-64.
- [9] Pressman, R. (2010). Ingeniería del software. 1st ed. México: McGraw-Hill, p.37.
- [10] www.tutorialspoint.com. (2017). MVC Framework Introduction. [en línea] Disponible en la web: https://www.tutorialspoint.com/mvc_framework/mvc_framework_introduction.htm [Consultado el 15 de Mayo de 2017].

La videoconferencia como herramienta en el e-learning con los estudiantes de la especialización en docencia universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia.

Videoconference as a tool in e-learning for the students taking the postgraduate course in university teaching of the Universidad Cooperativa de Colombia.

Pedro Luis Huergo-Tobar¹, Leonardo Cruz Beltrán²

¹ COMDEHUILA, Universidad Cooperativa de Colombia – Sede Neiva, ²OpitasenLinea

¹pedro.huergo@campusucc.edu.co, ²leonardobeltran@informaticos.com

Resumen–La medición del impacto de la videoconferencia en el proceso de aprendizaje del curso tecnologías de la virtualidad de la especialización en docencia universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia establece como el uso de esta herramienta tecnológica en los procesos de aprendizaje contribuyen a determinar su alcance real identificando las características más importantes, obteniendo una mayor interactividad entre profesores y estudiantes sin que el tiempo y el espacio supongan un problema y así establecer como coadyuva en los procesos de aprehensión cognitiva dentro del aula virtual. Se utilizó el enfoque cuantitativo de diseño no experimental. La población es la totalidad de los estudiantes del curso en la cohorte 20. Los resultados arrojan una tendencia positiva en el proceso de aprendizaje, aseverando su valía en desarrollo de la tutoría virtual y la construcción de conocimiento gracias a la actitud responsable de todos los actores, constatando el efectivo acompañamiento del docente.

Palabras Clave–Aprendizaje, educación, tic, videoconferencia, virtualidad, e-learning.

Abstract–The measurement of the impact of videoconferencing in the process of learning the course technologies of the virtuality of the specialization in university teaching of the Cooperative University of Colombia establishes how the use of this technological tool in the learning processes contribute to determine its real reach identifying The most important characteristics, obtaining greater interactivity between teachers and students without time and space are a problem and thus establish as it contributes to the processes of cognitive apprehension within the virtual classroom. We used the quantitative approach of non-experimental design. The population is the totality of the students of the course in the cohort 20. The results show a positive trend in the learning process, asserting its value in the development of virtual tutoring and the construction of knowledge thanks to the responsible attitude of all the actors, stating the effective accompaniment of the teacher.

Keywords–Learning, education, ict, videoconference, virtuality, e-learning.

1. Introducción

La educación a distancia o educación virtual emerge junto a los espacios propicios que las TIC's proporcionan para desarrollar una modalidad educativa y en la actualidad ya está inserta en la realidad cotidiana de nuestra sociedad; de allí que todas las generaciones vivientes, ven al necesidad de adoptarlas, multiplicar y difundir su uso, precisamente por el auge de las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC's).

Esta investigación tiene como fin determinar el impacto del uso de la Videoconferencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje e-learning en los estudiantes del curso Tecnologías de la Virtualidad de la Especialización en Docencia Universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia, que a su vez genera un gran beneficio para la universidad y para los programas virtuales ya que justifican el uso de esta herramienta tecnológica en los procesos de aprendizaje, y así determinar su alcance real al identificar las características más importantes que permiten obtener una mayor interactividad entre

profesores y estudiantes sin que el tiempo y el espacio supongan un problema. De esta manera se logra coadyuvar en los procesos de aprehensión cognitiva dentro del aula virtual que se desarrolla en el curso.

De la misma manera, la videoconferencia al tratarse de una comunicación en tiempo real con voz y video, contribuye a disminuir la pasividad del estudiante frente a este medio de aprendizaje, evitando que se le tilde como un "medio fácil".

Como docentes es importante conocer el impacto de esta herramienta en los procesos formativos y así adquirir los conocimientos para potenciar su uso logrando la implementación en nuestras aulas y proponiendo normas de conducta para su utilización con el fin de obtener los mejores resultados y, a partir de ellos, transmitir la experiencia a todos los participantes de los procesos formativos que llevamos a cabo.

El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Educación Nacional tiene claras sus políticas de implementación de nuevas tecnologías para la educación, así dentro del marco del proyecto Innovación educativa con el uso de nuevas tecnologías en el tema del fortalecimiento de su uso, está desarrollando cursos de formación en docencia y mediación pedagógica en la virtualidad, tecnologías web 2.0 para la docencia y el diplomado en estrategias didácticas y medios digitales en educación virtual para las Instituciones de Educación Superior que tienen programas virtuales y que se encuentran interesadas y otras alineadas en el tema de la virtualidad. Por ende, es necesario identificar la capacidad de utilizar las TIC's para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, explorando sus alcances y limitaciones o la adopción de estas herramientas la educación impartida a los estudiantes.

El aprendizaje se evidencia a través de las interacciones entre los actores del proceso de acuerdo con el interés por participar, la motivación, la adquisición de conocimientos, la participación responsable, la participación colaborativa y la retroalimentación. En la medida en que se consigue la asimilación por parte del estudiante se verá reflejado el grado de interacción entre el alumno y el docente. Lo anterior se obtiene cuando los estudiantes han comprendido los contenidos estudiados.

Area, M. & Adell, J. (2009) aseveran que el e-learning es la educación o formación ofrecida a personas separadas geográficamente que interactúan con el docente

empleando los recursos informáticos y de telecomunicaciones y se caracteriza por el proceso formativo efectuado total o parcialmente a través de una especie de aula o entorno virtual en el cual tiene lugar la interacción profesor-alumnos así como la actividades de los estudiantes con los materiales de aprendizaje. El integrar la videoconferencia como una herramienta que coadyuva a ese proceso de aprehensión cognitiva a través de la virtualidad de una manera cada día más eficiente, es una gran necesidad debido a que la tendencia de la educación nos orienta a este sistema. Según Vidal, A. A., Camarena, B.O. (2015) el uso del servicio de videoconferencia mejora el proceso aprendizaje y potencia la investigación y docencia, además favorece conformación de redes con interacción de personal interdisciplinario en ambiente colaborativo propiciando la generación de nuevos conocimientos. Para esto el docente que desarrolla su cátedra en un ambiente virtual debe saber comunicarse correctamente para que los contenidos que imparte se den de manera clara y precisa, por otro, lado el alumno al ser receptor del mensaje debe ser capaz de procesar y emitir un juicio estableciendo así una interacción más eficiente. Al detectar esta necesidad a través de la experiencia como estudiantes de una especialización en modalidad virtual, se observó que para poder darse esa interacción de manera fluida, el estudiante debe poseer el interés y la motivación por participar en el desarrollo de los temas propuestos a través de la videoconferencia. Además, Agnelli, L. Et. Al. (2015) asevera sobre la necesidad de establecer compromisos entre los docentes y estudiantes para el desarrollo del trabajo pedagógico con la utilización de la videoconferencia como herramienta didáctica en el proceso de la educación a Distancia con las TIC en la Educación Superior.

De allí que esta investigación pretende determinar el tipo de impacto que tuvo esta herramienta en la interacción sincrónica cara a cara con los docentes y compañeros de la clase. De lo plasmado surge esta pregunta: ¿Cuál es el impacto de la videoconferencia en el proceso de aprendizaje del curso Tecnologías de la Virtualidad de la Especialización en Docencia Universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia en la Cohorte 20?

2. Fundamentación teórica

La aparición de nuevas tecnologías genera una serie de interrogantes a través del tiempo mientras su uso se masifica y se van descubriendo de manera paulatina todas

sus bondades. El caso de la videoconferencia no es la excepción a esta tendencia, de allí que se considera pertinente el trabajo efectuado por Bonfill (2005) donde registra los factores críticos de las tutorías a través de la videoconferencia. Además, Bonfill (2012), analiza las ventajas y desventajas de la videoconferencia en el aula, además de examinar los factores críticos observado y detectados por los tutores virtuales como: la comunicación entre alumnos y tutores, el puerto de emisión, la administración de los recursos, el tiempo y estados de ánimo de los tutores y su capacitación.

Es de anotar la importancia del trabajo efectuado por Agnelli, L. Et. Al. (2015); afirman que la videoconferencia es valiosa herramienta en el proceso formativo, permite la comunicación visual y auditiva sincronizada entre localidades apartadas y permite el acercamiento entre personas e instituciones. Disminuye costos y facilita la transmisión de clases exponiendo que su uso presenta resultados alentadores. De esto se infiere que la educación a distancia es un método importante del desarrollo, difusión y universalización de la educación superior.

Por otra parte es pertinente el estudio el artículo de Cooperberg A. (2002), efectúa un recuento del desarrollo de la educación a distancia a través de la historia, los aportes de las Tics a este proceso educativo y en donde concluye que los recursos tecnológicos logran establecer mejores lazos entre los alumnos y el tutor, generando un buen proceso de enseñanza – aprendizaje.

Además, Coll, César. Et. Al. (2007), exhorta a implementar y promover el aprendizaje significativo del alumno, de manera voluntaria y reflexiva, entendiendo lo que significa enseñar y aprender. Parten de la explicación integradora y potente sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje que ofrece el constructivismo en el aula. Duygu (2012) enfatiza el papel importante que juega la videoconferencia en la interacción multicultural, crea espacios de espacios colaborativo mediante redes sociales y radio comunitaria web 2.0 57 y se motiva el aprendizaje y transferencia de otras culturas. Rendón y Ortega (2015) presentan la videoconferencia como herramienta de comunicación-aprendizaje afectivo y colaborativo.

La videoconferencia es la comunicación simultánea bidireccional de audio y vídeo, que permite mantener reuniones con grupos de personas situadas en lugares alejados entre sí. Adicionalmente ofrece facilidades telemáticas o intercambio de información gráficas, imágenes fijas, transmisión de ficheros desde el pc, etc. Se

considera pertinente tener en cuenta la técnica de la mayéutica para lo cual se consultó a Núñez (2009), quien afirma que su principal objetivo es el develar el conocimiento inmerso en el alumno con la guía del maestro a través del diálogo. El núcleo tecnológico usado en un sistema de videoconferencia es la compresión digital de los flujos de audio y video en tiempo real, su implementación proporciona beneficios como el trabajo colaborativo entre personas geográficamente distantes y una mayor integración entre grupos de trabajo; no obstante, el uso de esta tecnología por parte de profesores y alumnos supone la necesidad de un mínimo proceso formativo, sobre todo por parte del profesor, ya que este nuevo sistema de comunicación será eficaz cuando el profesor lo entienda como una herramienta más, en su quehacer profesional. Oliver M. (1995) propone que los elementos a tener en cuenta para usar videoconferencia en el proceso formativo: a) el número de aulas a que va a ir dirigida la clase, b) el número de alumnos por aula, c) la duración de las unidades didácticas que se van a impartir, d) ¿Cómo se reproduce mejor la atmósfera de la clase presencial? e) ¿Cuándo y cómo se debe interrumpir, -si es que se debe hacerse-, la explicación del profesor para efectuar una consulta?, f) ¿Cómo han de manejarse los medios para que el posible diálogo que se entable a continuación pueda llegar a todos del modo más natural posible?, g) ¿Se puede "manipular" la imagen o imágenes que se reciben de modo independiente en cada aula, o se hace de forma que todas las aulas reciban las mismas imágenes, con las mismas características, al mismo tiempo? y h) si se permite la "manipulación" individualizada de las imágenes recibidas, ¿cómo puede controlar el profesor el mensaje que llega al alumno en un momento determinado?

Implícitas en estos interrogantes se presentan dos necesidades básicas: la motivación de los alumnos y la preparación del profesorado.

Respecto a la primera, la motivación de los alumnos, es fundamental informarles de la experiencia a que van a ser sometidos: cuáles van a ser los medios técnicos, las materias, la duración, los coparticipantes en la experiencia y los profesores.

Acerca de a la segunda, la experiencia contempla un período previo de selección de profesores, materias y de estudio conjunto de metodología, así como del material pedagógico más adecuado para acompañar la clase (apuntes, transparencias, vídeo...) y una formación específica que les prepare para impartir clases a través de

una cámara. No sobra señalar que actualmente los Smartphone poseen funciones para videoconferencia con imagen de alta resolución, y chat interactivos, dando la posibilidad de crear un entorno móvil para tal propósito.

3. Metodología

Esta investigación fue realizada a partir el método deductivo y su enfoque es cuantitativo, alcance descriptivo y diseño *ex post facto*. La población está conformada por la totalidad de los estudiantes que siguieron el curso de tecnologías de la virtualidad de la Universidad Cooperativa de Colombia correspondiente a la cohorte 20. Una revisión minuciosa de los registros que se encuentran en los perfiles de los estudiantes del curso de tecnologías de la virtualidad de la cohorte 20, permite afirmar que la totalidad de los estudiantes poseen estudios de pregrado, lo que nos muestra una homogeneidad en el nivel de formación de los docentes en mención con edades que superan los 27 años.

El instrumento empleado es una encuesta (Ver Anexo 1), fue validado en su pertinencia por Henry Rubiano Daza¹ y por Diana Lucia Cuellar Basto² a quienes se pide un juicio sobre el grado de relevancia de cada uno de las categorías y se consideró apropiado el cuestionario al propósito para el que había sido construido. Este fue diseñada según la escala actitudinal de Likert ya que la población es bastante homogénea basados en la investigación efectuada por De Clunie G. Et. Al. (2010); en esa investigación concluyen que el aprendizaje se evidencia a través de las interacciones, mediante cinco estados de aprendizaje que deberá lograr el participante durante todo el proceso: *interés por participar*: el participante evidencia interés por las actividades y solicita información sobre su realización; *motivación*: El participante responde a los objetivos, accede a las áreas de trabajo común, participa en las actividades y mantiene las interacciones con los otros participantes. *Adquisición de conocimientos*: el participante muestra, a lo largo de la actividad, asistencia uniforme a través de sus participaciones y en el intercambio de mensajes con sus compañeros y el facilitador. Responde a los objetivos de aprendizaje con un nivel de madurez aceptable. *Participación responsable*: el participante conoce y acepta las reglas de convivencia durante la actividad, mantiene el

debate mediante nuevas participaciones a través de los espacios de interacción, aporta a la actividad, es capaz de autoevaluar su desempeño. *Participación colaborativa*: participa efectivamente en las actividades colectivas y los trabajos en grupo, es capaz de co-evaluar.

Las siguientes son las tres fases que se realizaron para el desarrollo de la investigación: *proceso de recolección de datos*: se realizara mediante los instrumentos soportes para las técnicas que se utilizaran, el primer instrumento utilizado será el cuestionario de la primera técnica encuesta; *plan de análisis e interpretación de los datos*: esta investigación es cuantitativa, no cualitativa, por lo que el análisis de los datos se realiza de acuerdo a la información recolectada en los instrumentos; *conclusiones*: a partir del análisis, se realiza la conclusión de la presente investigación.

El conjunto de ítems que fueron tenidos en cuenta en la elaboración del instrumento aplicado a la población objeto de estudio, emplea la escala de Likert tomando en cuenta la dirección de las afirmaciones según lo explican Hernández R & Otros (2010). La característica principal del instrumento empleado para esta investigación es la dirección *favorable o positiva* de todos los ítems, por lo que la codificación de las alternativas de respuestas se realizó valorándolas de 5 a 1, de la siguiente manera: (5) completamente, (4) aceptablemente, (3) regular, (2) poco, (1) nada; teniendo en cuenta que si la afirmación es positiva, significa que califica favorablemente al objeto de actitud.

Tabla 1. Tabulación de resultados de acuerdo a la escala de Likert.

		ESTUDIANTES																	Promedio	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1.1	5	4	3	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,647059	
1.2	4	5	4	4	5	4	4	4	5	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	
2.1	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4,588235
2.2	4	5	3	4	3	5	4	4	3	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4,176471	
2.3	5	4	3	3	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4,529412	
2.4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4,647059	
3.1	5	5	3	3	3	5	5	3	4	5	5	5	3	5	5	3	5	5	4,235294	
3.2	4	4	1	2	2	5	5	3	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	
4.1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
4.2	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4,470588	
4.3	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4,705882	
4.4	4	4	3	4	5	5	4	4	5	5	3	5	4	5	3	4	5	4	4,235294	
5.1	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4,823529	
5.2	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4,588235	
6.1	4	4	3	3	5	4	1	5	5	4	4	4	5	4	1	5	4	5	3,823529	
Punt Individual	67	67	55	59	64	72	67	65	66	71	69	70	65	71	66	65	71	66	65	71

Fuente: Elaboración propia basada en datos suministrados por los estudiantes encuestados que siguieron el curso Investigación Educativa de la Cohorte 20 de la Especialización en Docencia Universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia.
Especialización en Docencia Universitaria cohorte 20

¹ Doctor ciencias sociales y humanas, Director centro de investigaciones Universidad Cooperativa de Colombia sede Neiva. Líder Grupo de investigación COMDEHUILA.

² Magíster en educación e investigación, Tutora Especialización en Docencia Universitaria, Universidad Cooperativa de Colombia Cohorte 20.

De la población total de los estudiantes del curso de tecnologías de la virtualidad de la cohorte 20, se logró aplicar el instrumento de medición a diecisiete (17) de los veintiún (21) estudiantes que cursaron la. Seguidamente se presenta la tabulación efectuada de acuerdo a la escala de Likert (Ver Tabla 1).

4. Resultados

A partir de los resultados obtenidos en las escalas de actitudes se logró determinar las siguientes categorías:

Categoría Participativa: La completa favorabilidad por participar en la clase desarrollada a través de la videoconferencia en lo concerniente a las actividades planteadas en la clase, demuestra que es una herramienta idónea para estos fines educativos en donde se incentiva la intención por parte del educando por ser un actor colaborativo frente a la guía impartida en el desarrollo del taller. Por lo tanto se infiere que la mediación de la videoconferencia fue un valioso apoyo para que la guía del docente fuera claramente comprendida, incentivando al educando a participar de manera plena.

Categoría Motivacional: el desarrollo de la clase efectuada a través de la videoconferencia, el educando del curso evidencia una actitud completamente positiva al expresar su motivación a responder a los objetivos planteados por el docente además de participar en las actividades y mantener la interacción con los demás participantes. Lo anterior denota el interés que tuvieron por la construcción de su propio aprendizaje, al empoderarse de las actividades que le conducen a través de la videoconferencia. Igualmente la actitud favorable de interacción entre todos los participantes del aula, ya sea desde el computador o Smartphone; coloca de presente que la comunicación sincrónica multidireccional entre todos los actores obtenida con el empleo de la videoconferencia, ubica a este instrumento como un canal capaz y conveniente para un flujo de información motivador en la construcción colectiva de conocimiento en el progreso del taller objeto de estudio. No obstante, se presenta una actitud aceptablemente positiva en el querer acceder a los recursos disponibles por parte del educando, en desarrollo de la clase efectuada a través de la videoconferencia. Lo anterior se entiende correlacionándolos con los resultados obtenidos en la categoría de competencias. (Ver categoría competencias).

Categoría Adquisición Cognitiva: La adquisición de conocimientos obtenida en la clase desarrollada a través de la videoconferencia, los educandos perciben que lo logran con una actitud positivamente aceptable tanto en lo concerniente a la asistencia uniforme y participación activa como en lo referente al intercambio de mensaje con sus compañeros y docentes. A pesar de que se observó en la categoría motivacional el completo interés de interactuar, en esta, el educando evalúa el intercambio de mensajes entre compañeros y docentes con un puntaje menor.

Categoría Participación Responsable: Con respecto a la participación responsable en la clase desarrollada a través de la videoconferencia, en lo que toca a mantener el debate mediante participación a través de los espacios de interacción y el aporte las actividades planteados por docentes y compañeros, obtienen una actitud de completa favorabilidad; de lo anterior se comprende que la videoconferencia mantiene la comunicación colectiva con compañeros distantes en una actitud comprometida en el desarrollo de las acciones colaborativas propuestas por todos los actores del aula y en la creación de una dialéctica multidireccional argumentativa.

A pesar de lo anteriormente descrito, en la participación responsable en la clase desarrollada a través de la videoconferencia, en lo que toca a conocer y aceptar las reglas de convivencia durante la actividad y la capacidad de autoevaluar su desempeño es aceptablemente positiva. Esto permite inferir en el primer ítem una actitud de no total aceptación de la reglas lo que hace necesario indagar en estudios posteriores cuales son las causas por las cuales se presenta esta actitud. En el segundo ítem a pesar de que posee una calificación de aceptablemente favorable, permite vislumbrar un leve margen de inseguridad en la capacidad de autoevaluación, lo que hace necesario hacer énfasis en la búsqueda de la comprensión plena por parte del educando de este proceso de autoformación.

Categoría Participación Colaborativa: Acerca de la participación colaborativa del educando en la clase desarrollada a través de la videoconferencia, revela una actitud completamente favorable tanto en la participación efectiva en las actividades colectivas como en la capacidad de co-evaluar; el hallazgo interesante es que al compararlo con la categoría anterior, el educando manifiesta actitud aceptablemente positiva en la autoevaluación y completamente favorable en la co-evaluación. De lo

anterior se puede inferir que el educando se siente más competente para evaluar a los demás que así mismo.

Categoría Inicio: Esta categoría nos muestra una actitud aceptablemente positiva en lo referente al conocimiento de las características requeridas en el manejo del software para el empleo de la videoconferencia. El hallazgo interesante es que, pesar de que todos los educandos poseen por lo menos un pregrado, o sea un nivel de educación alto.

5. Conclusiones

De lo anterior se concluye que el impacto de la videoconferencia presentó una tendencia altamente positiva en el proceso de aprendizaje de los estudiantes apoyado o mediado por la tecnología, que la videoconferencia desde el computador, Smartphone o cualquier otro dispositivo electrónico es una herramienta valiosa en desarrollo de la tutoría virtual y que la construcción de conocimiento lograda a través de su uso se da gracias a la actitud responsable y comprometida de todos los actores que en ella intervienen: docente y discentes. A su vez se colige que la información comunicada y las dudas o inquietudes presentadas contaron con seguimiento y retroalimentación para el acompañamiento efectuado por parte del docente gracias a la interactividad que brinda esta herramienta.

De lo anterior se resalta que la videoconferencia es una de las herramientas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) que aplica dentro de un entorno educativo, cultural y socio-tecnológico y nos permite explotar nuestros conocimientos. Cuando se habla del apoyo de la videoconferencia al proceso de aprendizaje no solo al nivel tecnológico, también a las nuevas tendencias en aplicaciones TIC y las ventajas que brindan teniendo una gran implicación en la construcción de una sociedad de la información. Gracias a herramientas como la videoconferencia, hoy en día se está llevando un constante cambio en un marco de globalización educativa, que está provocando positivas transiciones culturales, sociales y económicas que inciden en todos los aspectos de nuestra sociedad.

6. Recomendaciones

A pesar de existir la actitud positivamente aceptable al presentar interés por participar en la clase desarrollada a través de la videoconferencia en lo concerniente a solicitar información sobre cómo se debe realizar el liderazgo

asignado, apunta a que es un ítem que aunque aceptable, debe ser reforzado para lograr a futuro su completa favorabilidad.

Por otra parte, la posibilidad de compartir y transmitir mensaje entre todos los actores del taller a través de la videoconferencia aunque, aceptable debe ser analizado en estudios posteriores para identificar por qué no fue plena y poder así proponer las estrategias pedagógicas que se requieran para la consecución de tal logro y así poder propiciar de manera plena un ambiente colaborativo adecuado para la construcción del conocimiento colectivo mediados por esta herramienta y poder converger en un impacto plenamente positivo que beneficia el proceso de aprehensión cognitiva de los participantes.

Además, para enfatizar en la búsqueda de la comprensión plena por parte del educando de este proceso de autoformación, se hace necesaria profundizar sobre las estrategias más adecuadas de enseñanza aprendizaje a utilizarse con la mediación de la videoconferencia.

Complementando lo anterior, Con respecto a la participación colaborativa, es importante indagar en estrategias pedagógicas conducentes a fortalecer la seguridad en el desarrollo del aprendizaje auto-evaluativo.

Para finalizar, en la Categoría inicio, se requiere de dedicarle un espacio de tiempo direccionado la capacitación del manejo de software, como conocer las opciones de uso para la obtención de una plena utilización de todas sus posibilidades en el desarrollo de la temática y actividades impartidas en la clase.

7. Referencias

- [1] Agnelli, L. Et. All. «La videoconferencia como herramienta para la enseñanza en el curso de bienestar animal: Estudio de caso en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP» Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Ciencias Exactas y Naturales. Evento: IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, 28, 29 y 30 de octubre de 2015. Ensenada. <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?a=d&c=eventos&d=Jev8176>. (último acceso: 15 de 5 de 2017), 2015.
- [2] Area, M. & Adell, J. «e-Learning: Enseñar y Aprender en Espacios Virtuales» En J. De Pablos (Coord): Tecnología Educativa. La formación del profesorado en la era de Internet. Aljibe, Málaga, p.p. 391-424. <http://skat.ihmc.us/rid=1Q09K8F68-1CNL3W8-2LF1/e-learning.pdf>. (último acceso: 16 de 5 de 2017), 2009.

- [3] Bonfill, Clara Isabel. «Clases virtuales a través de videoconferencias: factores críticos vivenciados por los tutores en un sistema de educación a distancia.», *Temas de Management. Edición especial sobre gestión del conocimiento. Vol 5: 12-20. Web. 5 Ene. 2012.* https://www.ucema.edu.ar/cimeibase/download/research/45_Bonfill.pdf 2006:12-20.(último acceso: 15 de mayo de 2017), 2012.
- [4] Bonfill, Clara Isabel. «Factores Críticos de las Tutorías a través de Videoconferencia en el Programa Aulas Satelitales de la Universidad de Belgrano.» Tesis Doctoral presentada en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga, España. <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/5062>. (último acceso: 15 de mayo de 2017), 2005.
- [5] Coll, César. Et. Al. «El Constructivismo en el Aula. Biblioteca de Aula.» Cap. 1: Los Profesores y la Concepción Constructivista. Barcelona, España, 2007.
- [6] Cooperberg A. F. «Herramientas que facilitan la comunicación y el proceso de enseñanza aprendizaje en los entornos de educación a distancia.» *Revista de educación a distancia (RED), Universidad de Murcia España.* <http://revistas.um.es/red/article/view/25211/2449>, (último acceso: 19 de 2 de 2011), 2002.
- [7] De Clunie G. Et. Al. «Las interacciones como base de las dinámicas de colaboración en la enseñanza de la usabilidad.» <https://www.semanticscholar.org/paper/Las-interacciones-como-base-de-las-dinamicas-de-c-Clunie-Clunie/086b2e33a35182b715b0d4469f33a660d919449c>(último acceso: 19 de 2 de 2011), 2010.
- [8] Duygu, S. «Multi-Cultural Interaction through Video Conferencing in Primary Schools». *Turkish Online Journal of Distance Education*, 13(3), 70-86. (último acceso: 16 de mayo de 2017), 2012.
- [9] Hernández R., Fernández C, Baptista P. «Metodología de la investigación.», 5ª Edición, editorial Mc Graw Hill; p.p 244-275, 2010.
- [10] Nuñez D. L. «Filosofía Historia y Pensamiento. Cap 14. «Mayéutica de Sócrates.» <http://www.mailxmail.com/curso-filosofia-historia-pensamiento/mayeutica-socrates>, (último acceso: 10 de mayo de 2017), 2009.
- [11] Olleta, E. «Mayéutica: Método socrático de enseñanza basado en el diálogo entre maestro y discípulo con la atención de llegar al conocimiento de la esencia o rasgos universales de las cosas.» <http://www.e-torredebabel.com/Historia-de-la-filosofia/Filosofiagriega/Presocraticos/Mayeutica.h>, (último acceso: 10 de 3 de 2011), s.f.
- [12] Oliver M. (1995). «La videoconferencia en el campo educativo. Técnicas y Procedimientos.» <http://www.uib.es/depart/gte/oliver.html>,(último acceso: 2 de 8 de 2010), 1995.
- [13] Rendón L.M. & Ortega, J.A.«Aprendizaje colaborativo mediante redes sociales y radio comunitaria web 2.0» *Revista Lasallista de investigación. Vol 12. No. 2. p.p. 54-65.* <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1378/1/54-65.pdf>, (último acceso: 16 de mayo de 2017), 2015.
- [14] Vidal, A. A., Camarena, B.O. «Evolución y análisis de una experiencia de utilización de videoconferencia de sala y de escritorio» *Revista de Medios y Educación. N° 47 Julio 2015. ISSN: 1133-8482. e-ISSN: 2171-7966. doi: http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i47.04 p.p. 59-71. file:///C:/Users/PRINCIPAL/Desktop/260-1457-1-PB.pdf.* (último acceso: 15 de 5 de 2017), 2015.

APP - Como propuesta para mejorar el rendimiento académico de estudiantes de I y II semestre del programa de Ingeniería Industrial

APP - As a proposal to improve the academic performance of 1st and 2nd semester students of the Industrial Engineering program

Geyni Arias Vargas¹, Álvaro Hernán Alarcón López²

^{1,2} Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA Neiva, Colombia.

¹ geyni.arias@corhuila.edu.co, ² alvaro.alarcon@corhuila.edu.co,

Resumen – Este trabajo tiene como fin mostrar los resultados obtenidos en investigación relacionada con la Identificación de las causas sociales que influyen en el rendimiento académico de estudiantes de I y II semestre de la jornada nocturna del programa de ingeniería industrial de una institución universitaria del Departamento del Huila en Colombia.

Teniendo en cuenta que existen factores externos del entorno que pueden incidir en la toma de decisiones de estudiantes y éstas a su vez frente a su rendimiento académico, este trabajo pretende conocer en detalle qué tipo de factores o causas sociales, se pueden presentar y de importancia pueden generar comportamientos al respecto.

Es así como el desarrollo de la misma radicó en diagnosticar e identificar de causas sociales como factores determinantes, utilizando instrumentos de recolección de información; seguidamente con el análisis estadístico de las causas identificadas como la edad, género, estrato socioeconómico, estado civil, afiliación al sistema de seguridad social, egresados, lugar de residencia, nivel de escolaridad de padres, entre otros y finalmente con la elaboración del informe como resultado de la investigación en el cual se propone una alternativa como apoyo a la labor estudiantil, que consiste en el desarrollo de una App (Aplicación para dispositivos móviles, con sistema operativo Android) que permita gestionar las actividades académicas programadas por los estudiantes durante su semestre académico.

Palabras claves– causas sociales, estudiantes, universitario, rendimiento

Abstract– This paper aims to show the results of research related to the identification of social causes that affect the academic performance of students I and II half of the night journey of the program of industrial engineering from a university institution of the Department of Huila in Colombia. Considering that there are external factors of the environment that may influence in the decisions of students and these in turn against their academic performance, this work aims to know in detail what factors or social causes, might occur and importance can generate behavior in this regard.

Is as well as the development of the same filed in diagnose and identify social causes as determinants, using instruments for collecting information; then with the statistical analysis of the causes identified as the age, gender, civil status, socio-economic stratum, affiliation to the social security system, graduates, place of residence, level of education of parents, among others, and finally with the preparation of the report as a result of the research which proposes an alternative support the student work, which consists of the development of a (application for mobile devices, with operating system Android) App that allows to manage the academic activities programmed by the students during their academic semester.

Keywords–social causes, students, University, performance

1. Introducción

Con el fin de cumplir con los lineamientos normativos, pertinencia de sus programas y la integración comunidad, empresa y universidad, toda institución de educación superior se preocupa diariamente por mejorar la calidad educativa de sus estudiantes y por ende de sus egresados como profesionales [1]. El estudio de

investigación muestra inicialmente antecedentes de estudios sobre factores asociados al rendimiento académico de los estudiantes, en distintas instituciones universitarias, que como referentes se tuvieron en cuenta. [2] [3].

Continuando con el desarrollo del estudio, luego se hizo un diagnóstico sobre aspectos relacionados con el

rendimiento académico de los estudiantes, realizando un análisis entre los últimos 3 semestres académicos. Seguidamente se hizo un diagnóstico de causas sociales que podrían influir en el rendimiento académico del estudiante universitario, lo cual constituye un punto muy importante, dentro de los múltiples indicadores presentes en todo proceso formativo.

Con base en los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial, esta investigación se basó principalmente en diagnosticar estudiantes de I y II semestre del programa de ingeniería industrial de la facultad de ingeniería, jornada nocturna, debido a que se encuentran antecedentes en las bases de datos del Departamento de Registro y Certificación, que muestran un notorio comportamiento de bajo rendimiento académico en los primeros semestres de la carrera y en la jornada antes mencionada.

Para el estudio se aplicó un instrumento de recolección, a través de una encuesta con 17 preguntas dirigidas a conocer aspectos relacionados con factores sociales que podrían afectar el desempeño de los estudiantes. Este instrumento se aplicó a 177 estudiantes de I y II semestre del programa de ingeniería industrial, de la jornada nocturna.

Como segundo paso se procedió a realizar el análisis respectivo a través de métodos estadísticos los cuales arrojaron información como se muestra en los resultados. Finalmente se elabora el informe como producto, apoyándose de conclusiones del estudio y recomendación para su continuación.

2. Materiales y métodos

Tipo de Estudio: Descriptiva, ya que permite a través de la identificación de posibles situaciones y características de una comunidad determinada, permitiendo conocer situaciones reales y a partir de ahí, generar conocimiento sin influir en él sujeto.

Diseño de la investigación: No experimental con enfoque transversal.

Población: Estudiantes de I y II semestre del programa de ingeniería industrial, jornada nocturna, matriculados en el periodo A de 2015. Para el desarrollo de este proyecto se tuvo en cuenta una población total de 247 estudiantes matriculados de I semestre y 128 del II semestre del programa de ingeniería industrial, datos suministrados por la oficina de la Secretaría del programa de Ingeniería. Con base en lo anterior y una

vez realizado el proceso de selección para el tamaño de muestra, se aplicó un instrumento de recolección de la información, la cual consistió en una encuesta dirigida a estudiantes del programa de ingeniería industrial de la jornada nocturna, así: 60 estudiantes de I semestre 117 estudiantes del II semestre (sin embargo vale la pena aclarar que en este grupo se unificaron los estudiantes de II semestre con los que se encontraron repitiendo asignaturas, es decir III y IV semestre).

Una vez tabulada y analizada la información se realizó la propuesta para continuar en una II fase este proyecto. Esta propuesta consiste en diseñar una APP aplicación para Smart Phone que tiene como objetivo cumplir los requisitos funcionales definidos por la Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA para la gestión y sincronización de actividades desarrolladas por los estudiantes.

3. Resultados

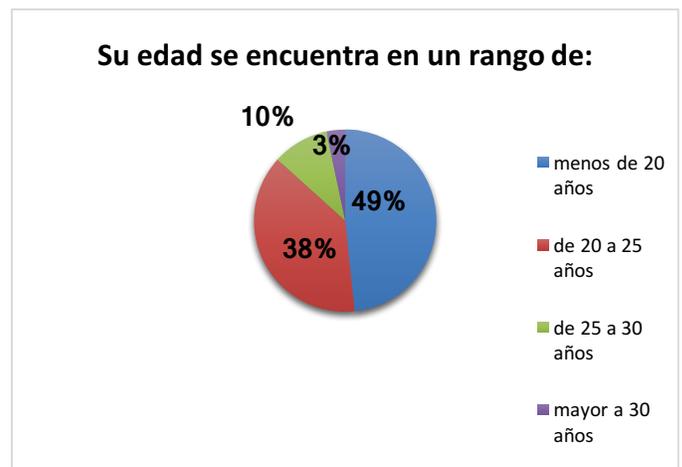


Gráfico 1. Edad promedio de Estudiantes. Fuente: Elaboración propia

La edad predominante de los estudiantes del programa de ingeniería industrial es menor a 20 años con una participación del 49%, seguida del 38% para estudiantes de 20 a 25 años. Esto muestra que los estudiantes que llegan al proceso de selección de estudiantes para cursar los programas que ofrece la Corporación, son jóvenes hasta 25 años en su gran mayoría.

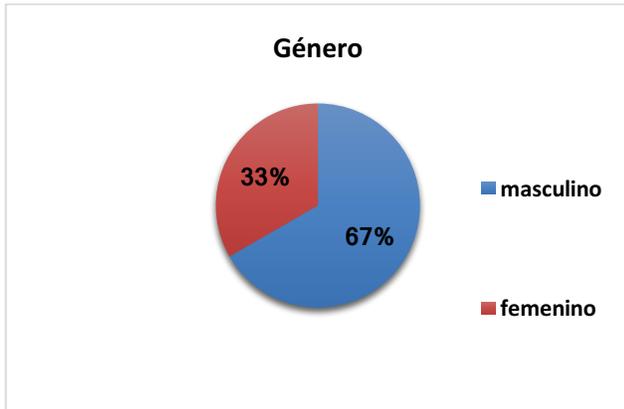


Gráfico 2. Género. Fuente: Elaboración propia.

Los estudiantes del programa de ingeniería tienen mayor participación los hombres con un 67%, respecto a un 33% de mujeres. Lo cual quiere decir que es un programa muy apetecido por el género masculino.

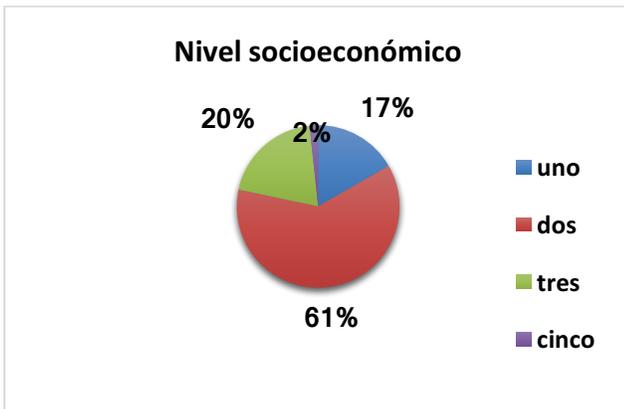


Gráfico 3. Nivel Socioeconómico. Fuente: Elaboración propia.

El nivel socioeconómico al que pertenecen los estudiantes del programa de ingeniería industrial, se tiene una gran participación del estrato 2 con el 61%, el estrato 3 con el 20% y para estrato 1 con una participación del 17%. De esto se puede inferir que los estudiantes del programa de ingeniería, pertenecen a estratos 2, 3 y 1 respectivamente, con gran porcentaje.

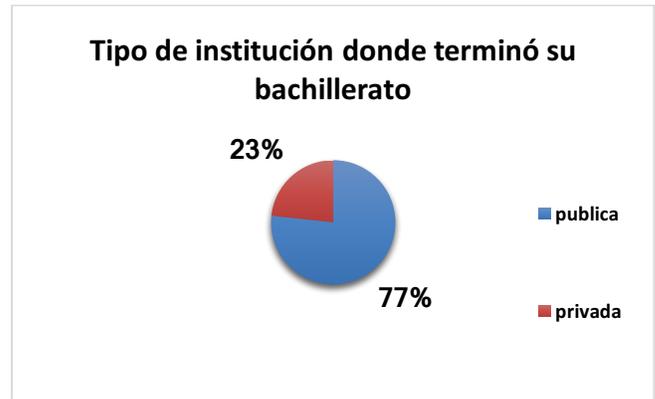


Gráfico 4. Terminación- Estudios Secundarios. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el 77% de la población provienen de instituciones educativas públicas y un 23% egresados de instituciones educativas privadas.

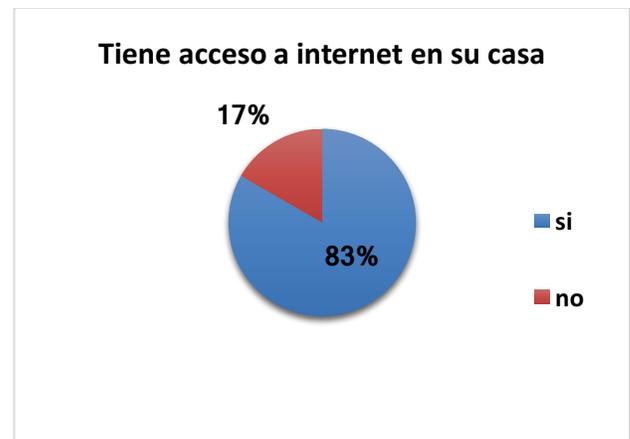


Gráfico 5. Acceso a Internet. Fuente: Elaboración propia

Es importante resaltar que el 83% de la población tienen acceso en sus hogares a internet, mientras que el 17% restante no tienen acceso a este servicio.

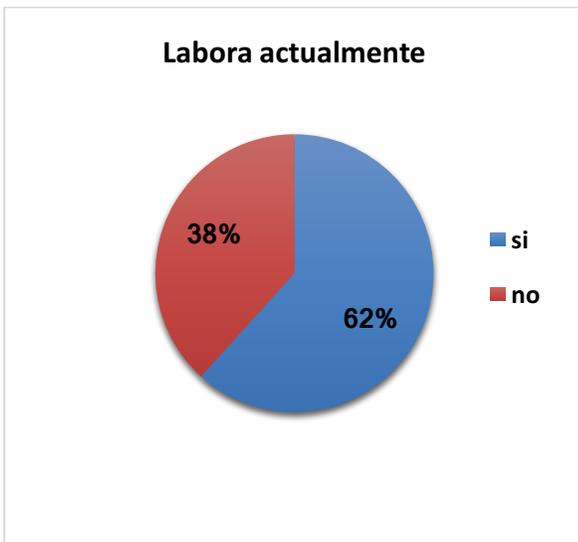


Gráfico 6. Trabajo actual. Fuente: Elaboración propia

El 62% de la población trabajan y el 38% no trabaja.



Gráfico 7. Uso de sus ingresos. Fuente: Elaboración propia

De la población trabajadora el 48%, labora con el fin de pagar sus gastos personales y el 35% trabaja para pagar sus estudios. Hay un porcentaje importante del 15% que además debe trabajar para mantener su hogar.

4. Conclusiones

Con base en las consultas realizadas se determinó como factores sociales estudiados en la investigación los siguientes: edad, género, estrato socioeconómico, estado civil, afiliación al sistema de seguridad social, egresados, lugar de residencia, nivel de escolaridad de padres, entre otros.

Una vez tabulada y analizada la información obtenida, se procede a resaltar como posibles variables influyentes en el bajo rendimiento académico: La edad de los estudiantes predominante es menor de 20 años con un 49%, según la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Niño. [4], son considerados niños a las personas con edades hasta los 18 años. Lo cual deja entrever todavía poca madurez y responsabilidad en sus acciones. Respecto a los niveles socioeconómicos de los estudiantes, los de mayor participación es el estrato 2 con un 61% y el nivel 1 con un 16%, cuya clasificación está en Bajo-bajo para el 1 y el Bajo para el 2, los cuales pertenecen a población vulnerable y la pobreza muestra el limitante económico que impide a un hogar acceder a una vivienda mejor, así como le impide proveerse otros bienes y servicios (salud, educación, recreación, etc.), [5], es decir la preocupación constante de la consecución de recursos económicos para satisfacer necesidades básicas impiden centrarse obligaciones académicas. El 77,7% provienen de instituciones educativas públicas, en las cuales se observa un débil y con falencias en el sistema educativo, especialmente en las siguientes variables: mantener un modelo educativo obsoleto, tener miedo a transformar la forma de enseñar, invertir poco en investigación y ciencia y subvalorar el capital humano del sector, a juicio de expertos nacionales e internacionales, son los principales errores en los que incurre el sistema de educación en Colombia, tal como lo menciona El Tiempo [6], de esta forma viene la materia prima para las IES como el caso de aquellos que acceden a la educación superior. Un 75,2% en promedio cuentan con servicio de internet en sus casas, variable importante siempre y cuando se dé un buen uso. Para el caso de la investigación es un factor importante porque a partir de este se creará la aplicación que dé de alguna manera un apoyo a la recordación de compromisos académicos. Un 66% en promedio laboran actualmente y lo que devengan lo invierten en el pago de sus estudios y

gastos de manutención, razón que hace que los estudiantes en su mayoría trabajen los cuales deben ocuparse primeramente de sus compromisos laborales durante el día o parte de la noche, como limitante para cumplir con sus estudios, con poco tiempo invertido para sus compromisos. El 17% de los estudiantes en promedio son padres de familia, porcentaje importante porque deben centrar sus responsabilidades primeramente en sus hijos y en su segundo lugar estaría el de capacitarse o trabajar. Los estudiantes se transportan a la Universidad en motocicleta con un 66.3% de participación y el 48,8% en transporte público, y finalmente el 18,8% de los estudiantes se les ha presentado un episodio depresivo o psicológico, otra variable que puede influir debido a situaciones problemáticas externas que obligan al estudiante a buscar soluciones primeramente a su situación personal.

5. Recomendación

Teniendo en cuenta que los resultados obtenidos en Como resultado de esta investigación y teniendo en cuenta que el 83% de la población tienen acceso en sus hogares a internet y en su defecto en la universidad, es una oportunidad y variable a favor, dado que las aplicaciones son herramientas informáticas que le permiten a los usuarios comunicarse, realizar trámites, entretenerse, orientarse, aprender, trabajar, informarse y realizar una serie de tareas de manera práctica y desde distintos tipos de terminales como computadores, tabletas o celulares, [7] se recomienda en primera instancia desarrollar una App (Aplicación para dispositivos móviles, con sistema operativo Android) que permita gestionar las actividades académicas programadas por los estudiantes durante su semestre académico y de una u otra manera genere un sistema de alerta e informe oportunamente sobre sus compromisos académicos por cumplir. Como segunda instancia y teniendo en cuenta que el rendimiento académico de los estudiantes en las distintas etapas del proceso educativo, depende de una multiplicidad de factores inherentes tanto a cuestiones personales como al contexto en el que se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje, sería importante tener en cuenta el contexto educativo para una próxima investigación a continuar. [8].

Es muy importante resaltar que una App es una aplicación diseñada para un Smart Phone que permite compartir contenidos con los clientes; debido a que dichos dispositivos siempre se encuentran a la mano, se pueden generar notificaciones de eventos y actividades en tiempo real. Aunque existen muchas App en las plataformas de distribución, actualmente ninguna cumple los requisitos funcionales definidos por la Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA para la gestión y sincronización de actividades desarrolladas, teniendo en cuenta esta necesidad se pretende desarrollar una aplicación móvil para los Sistemas Operativos IOS y Android con el framework React Native, que permite construir aplicaciones nativas.

Con la aplicación cada programa de formación de la CORHUILA, podrá generar su respectiva agenda de actividades y eventos que se sincronizará con los móviles y correo de los estudiantes y semestres que corresponden, de esta forma la comunidad educativa se mantiene informada y actualizada sobre los últimos acontecimientos de la institución, permitiendo que se mejore la participación y el cumplimiento de los compromisos.

6. Agradecimiento

“El desarrollo de este trabajo fue financiado por la Corporación Universitaria del Huila -CORHUILA”.

7. Referencias

- [1] M. d. Educación, «Normatividad sobre Educación,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-propertyvalue-49834.html>. [Último acceso: 2016 Marzo 10].
- [2] G. M. Garbanzo Vargas, «Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios.» Revista Educación, p. 22, 2017.
- [3] J. M. Mendieta, «Factores que afectan el desempeño académico de los estudiantes de nivel superior en Rioverde, San Luis Potosí, México.» Revista de Investigación Educativa, p. 12, 2011.
- [4] CINU.MEX, «LA JUVENTUD Y LAS NACIONES UNIDAS,» 2015. [En línea]. Available: http://www.cinu.mx/minisitio/UNjuventud/preguntas_frecuentes/. [Último acceso: 5 Mayo 2017].
- [5] DANE, «Preguntas frecuentes estratificación,» [En línea]. Available: https://www.dane.gov.co/files/geoestadistica/Preguntas_frecuentes_estratificacion.pdf. [Último acceso: 17 Mayo 2017].

- [6] E. TIEMPO, «Los cuatro errores del modelo educativo colombiano,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13962396>. [Último acceso: 17 Mayo 2017].
- [7] Ministerio de tecnologías de la información y las comunicaciones, «Ecosistema Digital,» 2017. [En línea]. Available: http://www.mintic.gov.co/portal/vivedigital/612/w3-propertyvalue-19438.html#vd2_aplicacione. [Último acceso: 15 Mayo 2017].
- [8] C. M. Vasquez, «Universidad Nacional del Rosario.,» 2012. [En línea]. Available: http://www.fcecon.unr.edu.ar/web-nueva/sites/default/files/u16/Decimocuertas/vazquez_c_factores_de_impacto_en_el_rendimiento_academico.pdf. [Último acceso: 23 Julio 2015].

Diseño de un sistema de control y automatización de temperatura, humedad del suelo y humedad relativa para optimizar el rendimiento de cultivos bajo cubierta en CORHUILA

Design of a control and automation system for temperature, ground humidity and relative humidity to optimize crop yield under cover in CORHUILA

Alvaro Hernán Alarcón López¹, Geyni Arias Vargas², Cristian Javier Díaz Ortiz³ y Juan David Sotto Vergara⁴
Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria del Huila - CORHUILA Neiva, Colombia.

¹alvaro.alarcon@corhuila.edu.co, ²geyni.arias@corhuila.edu.co, ³cjdiaz@corhuila.edu.co, ⁴jdsotto@corhuila.edu.co

Resumen— El desarrollo del presente trabajo gira entorno al diseño de un sistema de automatización de cultivos bajo cubierta en la Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA, con el propósito de obtener un mayor rendimiento de los mismos; todo esto gracias a la incorporación de ambientes ideales de crecimiento para las plantas, a través de la implementación de procesos de aislamiento y control electrónico de variables ambientales. Uno de los propósitos fundamentales de este sistema, consistió en la solución de los posibles problemas de inexactitud en la medición y control de las variables climáticas al interior de un invernadero; dificultades que en la mayoría de los casos fueron asociadas al control manual de la temperatura, humedad y luminosidad de los cultivos bajo cubierta. En este sentido y con el propósito de diseñar el dispositivo de control, se acudió a la metodología cuantitativa a fin de recopilar el conocimiento empírico de los agricultores de la región central del departamento del Huila, por medio de una serie de encuestas y entrevistas, además se efectuó una revisión de proyectos de este tipo ejecutados por algunas empresas y universidades a nivel nacional y latinoamericano; una vez realizado el análisis de la información se establecieron los requerimientos funcionales del sistema, posteriormente se realizaron el diseño, desarrollo y las pruebas de implementación. Al final del proceso se encontró que el sistema presenta un comportamiento adecuado ya que es capaz de responder en tiempo real a las diferentes mediciones obtenidas de las variables climáticas estableciendo el proceso de control adecuado para cada caso, esto gracias al uso de enlaces ZIGBEE peer to peer ya que estos proporcionaron un mayor ancho de banda para la transmisión de datos, siempre y cuando no existieran obstáculos que propiciarán alteraciones en las señales enviadas.

Palabras claves— Actuadores, automatización, humedad, invernadero, sensores, software, temperatura.

Abstract— The development of the present work revolves around the design of a system of automation of crops under cover at the University Corporation of Huila - CORHUILA, with the purpose of obtaining a higher yield of them; All thanks to the incorporation of ideal growth environments for the plants, through the implementation of processes of isolation and electronic control of environmental variables. One of the fundamental purposes of this system was to solve the possible problems of inaccuracy in the measurement and control of climatic variables inside a greenhouse; Difficulties that in most the cases were associated to the manual control of the temperature, humidity and luminosity of the crops under cover. In this sense and with the purpose of designing the control device, the quantitative methodology was used to compile the empirical knowledge of farmers in the central region of the department of Huila, through a series of surveys and interviews, in addition A review of projects of this type carried out by some companies and universities at national and Latin American level was carried out; Once the information analysis was carried out, the functional requirements of the system were established, the design, development and implementation tests were subsequently carried out. At the end of the process it was found that the system presents an adequate behavior since it can respond in real time to the different measurements obtained from the climatic variables, establishing the appropriate control process for each case, thanks to the use of ZIGBEE peer to Peer as these provided a greater bandwidth for data transmission, if there were no obstacles that would lead to alterations in the signals sent.

Keywords— Actuators, automation, humidity, greenhouse, sensors, software, temperature.

1. Introducción

En la actualidad el clima a nivel mundial ha cambiado de forma drástica debido al aumento de los índices de contaminación y el posterior surgimiento de fenómenos

tales como: el efecto invernadero, el niño, la niña, etc.; esta situación ha generado una serie de problemáticas de índole ambiental que han alterado el estilo de vida de la

humanidad, especialmente la forma en la cual se desarrollan los procesos en la agricultura.

Estas variaciones climáticas tales como las heladas, generación de tormentas de grandes proporciones, el incremento de la radiación solar, las sequías, etc., afectan los diversos cultivos alrededor del mundo, de tal forma que se presenta una preocupante reducción de la cantidad y calidad de los productos agrícolas cosechados.

Esta afectación de la producción agrícola genera a su vez un detrimento de las ganancias de los agricultores, por tanto como solución a esta problemática han surgido una serie de alternativas a los cultivos tradicionales. Así como en [1] una de las posibilidades alternativas consiste en implementar una protección física a los cultivos por medio de invernaderos, los cuales al contar con una cubierta protectora aíslan algunos factores ambientales nocivos; pero al mismo tiempo permiten el ingreso de radiación solar, para de esta manera lograr condiciones ambientales ideales; todo esto gracias al control de la humedad del suelo y relativa, temperatura, luminosidad, etc.; a través de sistemas actuadores tales como: sistema de riego y desagüe, persianas protectoras, fuentes de calor, fuentes de frío y otro tipo de mecanismos.

Por lo general este control de las condiciones climáticas de las plantaciones al aire libre y bajo cubierta se realizan de forma manual, lo cual puede generar una serie de situaciones perjudiciales para el cultivo, como pueden ser: un excesivo suministro de agua al obtener una lectura inadecuada de los niveles de humedad del suelo, incrementos de temperatura que afectan la transpiración de la plantas, dificultando la toma de nutrientes por parte de las mismas, etc.

Las TIC pueden dar solución a esta problemática a través de procesos de control autónomo de las variables ambientales en los cultivos bajo cubierta; en este mismo sentido se puede afirmar que ya existe una disciplina propia en este campo denominada agricultura de precisión, la cual consiste en la aplicación de la tecnología con el propósito de mejorar las prácticas agrícolas.

Ejemplo de ello es el de las WSN (redes inalámbricas de sensores) aplicadas al monitoreo y control de variables ambientales, tales como: la humedad relativa, humedad del suelo, temperatura, etc.; que intervienen en el desarrollo de los cultivos, tal como se puede apreciar en [2].

2. Antecedentes

A nivel mundial el uso de invernaderos automatizados ha aumentado y cada día surgen más modelos y diseños apropiados para cada cultivo. Se pueden definir como elementos de una agricultura intensiva que busca mayor rendimiento y calidad, teniendo como fundamento principal crear instalaciones climáticas que mejoren las condiciones de los productos en su crecimiento.

A nivel nacional y continental existe un interés desarrollar cultivos bajo invernadero, como se afirma en [3] “A nivel global existe una extensión estimada de 949000 hectáreas de cultivo bajo invernadero. La mayor porción está en Japón con 700000 ha, lo cual corresponde al 73% del área global. En Europa se encuentran 170000 ha, en donde España e Italia son los países con mayor fracción cubierta, con el 31% y 17% respectivamente. En Estados Unidos existe un área de 5000 ha (0.52%), y en Latinoamérica las mayores áreas se encuentran en México y Colombia con 15000 (1,58%) y 7000 ha (0,73%) respectivamente”.

Como se puede observar en [4] Colombia no ha sido ajena a la implementación de esta tecnología en los cultivos y tenemos como ejemplo la empresa JUSMAR, la cual se ha dedicado a elaborar invernaderos personalizados los cuales no cuentan control electrónico pero si con mecanismos que serían de fácil aplicación en un sistema automatizado.

Otro ejemplo a nivel nacional en el cual se optó por trabajar con este tipo de tecnologías debido a los beneficios mencionados anteriormente, es el caso de La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, afirma [5] que esta institución posee seis invernaderos automatizados con tecnología española, los cuales prestan su servicios como centros de investigación para la corporación en el municipio de Mosquera (Cundinamarca). Son estos algunos de los casos que sirven de referencia con el fin de desarrollar proyectos propios de este tipo en la región, en los cuales además se podrían incorporar investigaciones y diseños realizados por talento colombiano.

En este mismo sentido la comunidad universitaria ha tendido participación con proyectos de investigación con respecto a la medición de factores micro climáticos en los invernaderos; una prueba de esto son los grupos de investigación GIDET y GAMA de la Universidad del Quindío quienes bajo un proyecto de investigación

denominado “Análisis de Datos del Microclima Dentro del Invernadero de la Unidad Agroecológica la Aldana de la Universidad del Quindío”, realizaron la intervención a un invernadero sin automatización, con el objetivo de rediseñar su sistema de medición de datos y de afectación de variables en el micro clima. [6].

La universidad Tecnológica del suroeste de Guanajuato es otro ejemplo de aplicación de estos proyectos, ya que ha desarrollado aplicaciones para sus invernaderos los cuales no contaban con sistemas de control ni automatización del microclima y por lo tanto no contaban con la posibilidad de regular las condiciones ambientales necesarias de acuerdo al tipo de cultivo establecido.[7]

3. Materiales y métodos

Para el desarrollo del presente trabajo se usó una metodología cuantitativa, se realizaron una serie de entrevistas a los agricultores con cultivos bajo cubierta de la región central del departamento del Huila; a partir del análisis de datos obtenidos y de la observación directa no estructurada de variables ambientales, se diseñó un sistema automático de control proporcional de temperatura, humedad del suelo y humedad relativa.

2.1 Recolección de Información

Se realizó un muestreo no probabilístico, debido a la inexistencia de una base de datos específica para la población objetivo; para la selección de la muestra se usaron además algunos criterios de exclusión tales como: seguridad para el desplazamiento y descarte de lugares lejanos o de difícil acceso. De esta manera se seleccionó una muestra de 5 agricultores los cuales poseían cultivos bajo cubierta.

2.2 Análisis de Información

Una vez realizadas las visitas los agricultores que cultivan bajo cubierta en los municipios de Garzón y Gigante (Huila); se obtuvieron los siguientes resultados: 75% de los invernaderos estaban contruidos con guadua y solo el 25% con estructuras metálicas.



Figura 1. Material del invernadero.

Además el 100% de los agricultores consultados afirma no contar con procesos de automatización al interior del invernadero.



Figura 2. Automatización de invernadero.

Riego del cultivo, el 50% no aplica ninguna clase de intervención técnica (manual o automática), el 25% control por cantidad de litros suministrados y el 25% control por tiempo de riego.

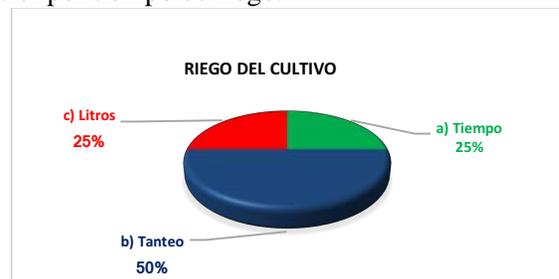


Figura 3. Riego en el cultivo.

Así mismo el 100% de las personas encuestadas no realiza procesos de control de la humedad relativa al interior de los invernaderos.



Figura 4. Control humedad relativa.

Por otro lado el 100% no realiza procesos de control de la temperatura al interior de los invernaderos; este escenario podría causar problemas de deshidratación o de ralentización de formación de clorofila en las plantas.

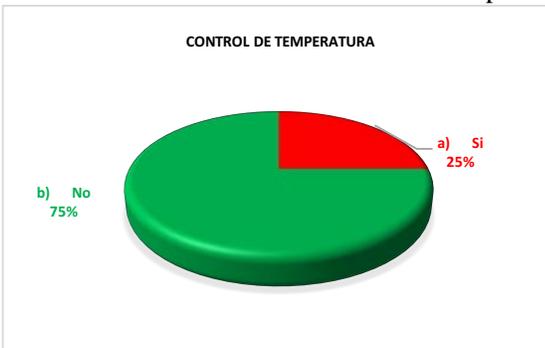


Figura 5. Control temperatura.

2.3 Construcción de prototipo de invernadero

El uso de los invernaderos en la agricultura trae consigo una serie de ventajas y desventajas a tener en cuenta al momento de iniciar con la implementación de los mismos.

En este sentido [3] afirma Ventajas: protección del cultivo frente a condiciones climáticas extremas, producción continua, mejor calidad del producto e inocuidad, protección y conservación del suelo, uso de variedades de alto rendimiento, alta producción, reducción en los costos de producción, menor uso de plaguicidas, mayor eficiencia en el uso del suelo, el agua y los fertilizantes. Desventajas: alta inversión inicial, disponibilidad de personal capacitado y supervisión permanente.

Una vez realizadas las visitas propuestas, se pudo constatar que la mayoría de los invernaderos observados tenían una construcción tipo capilla, esto debido en entre otras cosas a que su construcción no requiere de una gran complejidad, los costos asociados con la obra son bajos y los materiales son de fácil consecución a nivel local.

Por tanto se eligió este tipo de construcción para el prototipo de invernadero a instalar en las locaciones de la Finca de la Corporación Universitaria del Huila ubicada en el municipio de Palermo (Huila). El montaje consistió en una estructura de madera recubierta de plástico calibre número 7 y reforzada con ángulos de hierro, de dimensiones: 3 mts de ancho, 3 mts de largo y 2,5 mts de alto, a continuación se puede observar del producto final.



Figura 6. Prototipo invernadero.

2.4 Desarrollo de nodo sensor y nodo coordinador

Sensores Utilizados: SHT71: sensor de temperatura y humedad relativa. LDR: sensor fotocelda para medir luminosidad. HL-69: sensor de humedad de suelo.

Actuadores: Extractores e inyectores de aire, Nebulizadores y lámparas alógenas, motobomba para controlar la humedad relativa y sistema de riego.

Además se seleccionó la placa Arduino UNO como dispositivo de recepción de señales provenientes de los sensores y transmisor de los de datos, para la comunicación entre los nodos sensores y el nodo coordinador se seleccionó el módulo XBEE.

Nodos sensores: realizaron la función básica de recolectar las señales externas provenientes de los diversos sensores y enviarlas hacia un nodo coordinador gracias a un transmisor RF insertado en los mismos.

Nodos coordinador/ estación base: su función principal fue la de actuar como dispositivo concentrador y de enrutamiento de la señales provistas por los diversos nodos sensores ubicados alrededor de los cultivos; además de ser el encargado de almacenar la información en las bases de datos, realizar el procesamiento de los

datos y ejecutar actividades de control a través de los actuadores, que son reenviados a la WSN.

Además se seleccionó la topología de conexión estrella debido a su facilidad de configuración y sus bajos costos de implementación. En la topología tipo estrella cada nodo se conecta al directamente al Gateway, por otro lado en la topología tipo árbol cada nodo se conecta a un nodo de mayor jerarquía en el árbol y después al Gateway. [4]



Figura 6. Nodo Sensor.

La topología instalada se fundamentó en una conexión point to point, se utilizó por tanto un nodo sensor el cual recopiló las señales provenientes de los sensores de humedad, luminosidad, temperatura y un nodo coordinador; este último se implementó a través de un módulo XBEE conectado a un computador a través de la tarjeta de configuración XBEE Explorer, posteriormente los datos se enviarían a la plataforma de monitoreo y control.

2.5 Desarrollo de Software de control proporcional y monitoreo para invernadero.

El software se encuentra actualmente en etapa de desarrollo, una vez listo se realizará el proceso de integración con el nodo coordinador y los nodos sensores, cabe aclarar que el diseño preliminar se realizó en Visual Basic.

4. Resultados

De las entrevistas realizadas se logró establecer que en las áreas de mejor iluminación del invernadero, las plantas tienden a crecer más rápido y dan mejor

rendimientos, además que en los cultivos a la intemperie las pérdidas son grandes y los gastos (insecticidas y abonos) para el desarrollo de los mismos son muy altos; además en el cultivo se existe un aumento en los tiempos necesarios para tener un cultivo en producción.

En el aspecto técnico se puede afirmar que la implementación de módulos XBEE en la WSN desarrollada, permitió implementar una comunicación por medios inalámbricos con el propósito de generar una interconexión y comunicación entre dispositivos. De esta forma gracias al protocolo IEEE 802.15.4 ZIGBEE se logró desarrollar una red FAST PEER-TO-PEER (punto a punto), la cual contó con el suficiente ancho de banda para el tráfico de datos provenientes de los sensores, debido en otras cosas a la baja latencia y a la sincronización de comunicación predecible.

Así mismo se comprobó que uno de los aspectos más importantes al trabajar con las tecnologías y los sistemas de control inalámbricos, es la línea de vista entre los nodos sensor y coordinador, a pesar de las cortas distancias de transmisión generadas; ya que los posibles obstáculos generaban alteraciones en las señales transmitidas y por tanto errores en la lectura de las mediciones obtenidas; por tanto al tener una línea de vista la transmisión se puede garantizar una comunicación eficaz y estable. Además se logró evidenciar que en este tipo de transmisiones la velocidad de transmisión es independiente de la frecuencia y la distancia.

Así mismo se pudo establecer que al trabajar varios nodos sensores (trabajo realizado en etapas de prueba) la falla de un nodo no afecta la comunicación en el sistema, en este mismo sentido la inserción de nuevos dispositivos fue simple y se realizó casi de forma automática.

Para finalizar es necesario aclarar que el proyecto se encuentra en fase de desarrollo, por tanto el nodo sensor y el nodo actuador ya se han desarrollado en su totalidad; actualmente se están realizando pruebas de conexión entre el nodo sensor y el nodo coordinador, así como el procesamiento de información.

5. Conclusiones

El no contar con un procedimiento de control estricto de la cantidad de agua suministrada al cultivo, se podrían

generar problemas de deshidratación de la planta por falta de líquido o de asfixia radicular por exceso del mismo. Se hace necesaria la automatización de los invernaderos, ya que de esta forma se reducirían los costos y se aumentaría la producción de los diferentes cultivos; además se reducirían los efectos ambientales derivados de la actividad agrícola.

La mayoría de los invernaderos actualmente usados carecen de control de los aspectos ambientales que afectan el cultivo (humedad relativa, luminosidad, temperatura, etc.), situación que puede ocasionar problemas la deshidratación, la ralentización de la formación de clorofila y el crecimiento de las plantas.

La gran mayoría de los agricultores piensa que la automatización del invernadero es una buena idea, que puede llevar al aumento de la producción de los diferentes cultivos bajo cubierta.

La plataforma XBEE se presenta como una plataforma de comunicación eficiente y de bajo costo, la cual permite integrar WSN de forma rápida y simple.

6. Agradecimiento

“El desarrollo de este trabajo fue financiado por la Corporación Universitaria del Huila -CORHUILA”.

7. Referencias

- [1] J. C. Suárez Barón y M. J. Suarez Barón, «Monitoreo de variables ambientales en invernaderos usando tecnología ZIGBEE,» de In XLIII Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa (43JAIIO)-VI Congreso Argentino de AgroInformática (CAI), 2014.
- [2] M. Rodríguez, H. Chagolla y M. López, «Diseño Conceptual de Sistema para la Automatización del Invernadero uno de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato,» de In Ciencias de la Ingeniería y Tecnología Handbook T-IV: Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos (pp. 299-318). ECORFAN., 2014.
- [3] S. d. I. y. Comercio, «Boletín Tecnológico Tecnologías Relacionadas Con Invernaderos Para Flores,» 2014. [En línea]. Available: http://www.sic.gov.co/drupal/recursos_user/boletines_tecno/boletin_invernaderos_19jun.pdf. [Último acceso: 22 4 2014].
- [4] Jusmar, «Jusmar de Colombia,» 2008. [En línea]. Available: <http://www.villadeleyva.com.co/contenido/jusmar/jusmar.htm..> [Último acceso: 5 12 2016].
- [5] Corpoica, «Productos y servicios Corpoica,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.corpoica.org.co/>. [Último acceso: 05 12 2016].
- [6] Buitrago y Muñoz, «Análisis De Datos Del Microclima Dentro Del Invernadero De La Unidad Agroecológica La Aldana De La Universidad Del Quindío,» Ingeniería Electrónica, Universidad del Quindío., Armenia, 2015.
- [7] M. Rodríguez, H. Chagolla y M. & López, «Diseño Conceptual de Sistema para la Automatización del Invernadero uno de la Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato,» In Ciencias de la Ingeniería y Tecnología Handbook T-IV: Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos, pp. 299-318, 2014.
- [8] DANE, «Boletín mensual Insumos Y Factores Asociados A La Producción Agropecuaria - El cultivo del tomate de mesa bajo invernadero, tecnología que ofrece mayor producción, calidad e inocuidad del producto. Número 30,» 2014. [En línea]. Available: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sips_a/insumos_factores_de_produccion_dic_2014.pdf. [Último acceso: 25 Enero 2017].
- [9] Velasco V. y Mauricio A., «Estudio de la agricultura de precisión enfocado en la implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para el monitoreo de humedad y temperatura en cultivos – caso de estudio hacienda Cabalinus ubicada en la provincia de Los Ríos,» Revista Politécnica, vol. 38, n° 1, 2016.
- [10] R. d. México, «Norma Mexicana para el diseño y construcción de invernaderos,» Diario oficial federal, México D.F., 2008.
- [11] S. Salas Arriarán, Todo sobre sistemas embebidos., Lima (Perú): Editorial Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015.
- [12] J. P. Blázquez, «Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos. Universitat Oberta de Catalunya,» 2012. [En línea]. Available: [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_1\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_1).pdf). [Último acceso: 11 Octubre 2015].
- [13] V. Velasco and A. Mauricio, "Estudio de la agricultura de precisión enfocado en la implementación de una red de sensores inalámbricos (WSN) para el monitoreo de humedad y temperatura en cultivos – caso de estudio hacienda Cabalinus ubicada en la provincia de Los Ríos," Revista Politécnica, vol. 38, no. 1, 2016. [Online]. Available: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/11112>.
- [14] I. Ferrer, «Proyectos integrales para la agricultura moderna,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.invernaderosferrer.com/es/>. [Último acceso: 12 Octubre 2015].
- [15] C. Fernández de Lara, «Invernadero cultiva lechugas vía redes inalámbricas,» CNN Expansión, 2012. [En línea]. Available: <http://www.cnnexpansion.com/expansion/2015/05/12/invernadero-cultiva-lechugas-via-redes-inalambricas..> [Último acceso: 4 Octubre 2015].
- [16] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, «Tecnología para el cultivo del tomate,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.siembra.com.co/NetCorpoica/>

Diseño y desarrollo de una aplicación móvil que facilite el seguimiento y control de pacientes hipertensos en Panamá

Design and development of a mobile application that facilitates the monitoring and control of hypertensive patients in Panama

Mel I. Nielsen P.¹, Vladimir Villarreal²

¹Grupo de Investigación GITCE, Universidad Tecnológica de Panamá
¹mel.nielsen@utp.ac.pa, ²vladimir.villarreal@utp.ac.pa

Resumen—Administrar datos de pacientes con problemas de hipertensión arterial, es una ardua tarea, que comienza desde el momento de detección de la enfermedad hasta el seguimiento diario que se les dé a los datos generados por los dispositivos biométricos. En este artículo se presenta una solución, a través de una aplicación móvil que permite el autocontrol del paciente a través de su dispositivo móvil (Smartphone, Tablet, etc.). La información generada por el dispositivo móvil es capturada desde su tensiómetro y almacenada local y remotamente. Esta información se enlaza con la plataforma AmIHEALTH que sirve como mecanismo de consulta para pacientes, familiares y médicos.

Palabras claves—aplicaciones móviles, salud móvil, hipertensión, seguimiento de pacientes.

Abstract—Managing data from patients with arterial hypertension is an arduous task, starting from the moment of detection of the disease to the daily monitoring of data generated by biometric devices. This article presents a solution, through a mobile application that allows self-control of the patient through his mobile device (Smartphone, Tablet, etc.). The information generated by the mobile device is captured from its tensiometer and stored locally and remotely. This information is linked to the AmIHEALTH platform that serves as a consultation mechanism for patients, families and physicians.

Keywords— Mobile applications, mobile health, hypertension, patient follow-up.

1. Introducción

La hipertensión arterial es una enfermedad crónica, caracterizada por el aumento continuo de las cifras de presión sanguínea en las arterias; consecuente al sedentarismo, la falta de actividad física, la alimentación poco saludable y el consumo excesivo del alcohol y tabaco teniendo efectos negativos sobre el corazón, el cerebro, los riñones y las arterias. Esta es un problema de salud pública mundial, contribuye a la carga de cardiopatías, accidentes cerebrovasculares, fallas renales, y a la mortalidad y discapacidad prematuras, que de no tratarse a tiempo, puede causar complicaciones severas. Panamá no escapa de esta realidad. La Organización Panameña del Corazón estima que el 33% de la población adulta en Panamá padece de hipertensión arterial. De acuerdo con declaraciones del presidente de esta

organización, una de cada tres personas adultas son hipertensas [1].

Estas cifras se asemejan a las resultantes del estudio de PREFREC (Investigación de Prevalencia de Factores de Riesgo Asociados a Enfermedades Cardiovasculares) realizado por el Instituto Conmemorativo Gorgas y el Ministerio de Salud, que indican que el 28.4% de los participantes de dicho estudio reportaron antecedentes de Hipertensión por diagnóstico médico y el 24.1% tenían valores dentro del rango calificativo como HTA (Hipertensión Arterial). Tomando en cuenta que se califica como HTA a toda medida que sobre pase los 140/90 mmHg [2].

Como consecuencia a esta enfermedad los pacientes se hacen dependientes de medicamentos y cuidados médicos. La investigación y desarrollo de este proyecto

busca mejorar la calidad de vida de cada paciente con HTA que dependa de mediciones constantes y chequeos frecuentes; además de hacer uso de las tecnologías móviles para tener alcance a la mayor población posible para así ayudar a la detección temprana de este padecimiento.

2. Qué es la hipertensión arterial.

Según la Sociedad Panameña de Cardiología la hipertensión es el aumento de la presión en el interior de las arterias [3]. El corazón bombea sangre a través de la red de arterias, venas y capilares. La sangre en movimiento empuja contra las paredes de las arterias y esta fuerza se mide como presión arterial. A mayor presión, más esfuerzo tiene que hacer el corazón para lograr circular sangre en el cuerpo.

La medida de dicha presión está dada por dos variables importantes dentro de la presión arterial, la presión *diastólica* y *sistólica*, ambas son medidas dadas en milímetros de mercurio o como lo denota su prefijo mmHg.

La guía nacional para la atención de las personas con hipertensión arterial del 2004 sostiene que la hipertensión arterial es la elevación de la presión arterial por encima de los límites considerados como “normales”, tomada con un mínimo de 10 minutos de descanso, en la cual las presiones sistólicas y diastólicas pueden estar elevadas una o ambas [4].

En Panamá la hipertensión arterial tiene acreditada en el 2013 el 13.1% de la tasa de defunción atribuida a enfermedades del sistema circulatorio que presentan un aumento en el periodo 2003-2013 [5].

Tabla 1. Tasa de defunciones atribuidas al sistema circulatorio¹.

TASAS DE DEFUNCION DE LAS PRINCIPALES CAUSAS ATRIBUIDAS AL SISTEMA CIRCULATORIO, TOTAL Y DESAGREGADAS SEGUN ENFERMEDAD. REPUBLICA DE PANAMA. AÑOS 2003 AL 2013											
Causa de defunción en tasa	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Tasa total de defunción por Enfermedades del sistema circulatorio	114.9	119.1	126.2	119.5	124.9	121.9	131.9	125.8	126.7	123.2	129.9
Tasa de defunción por Enfermedad isquémica del corazón	40.9	42.3	44.5	42.7	46.6	42.7	46.7	50.5	46.2	44.1	46.8
Tasa de defunción por Enfermedad cerebrovascular	43.1	43.1	44.2	41.5	40.5	38.6	43.1	34.8	36.4	36.4	37.6
Tasa de defunción por Enfermedad hipertensiva	6.3	5.7	6.3	7.7	7.5	8.5	8	10.2	10.8	10.2	13.1

¹ Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República

2.1. Clasificación de la presión arterial.

La hipertensión puede ser clasificada en tres aspectos importantes:

- Según los niveles de presión arterial.
- Según los niveles de riesgo.
- Desde el punto de vista etiológico.

Este trabajo está centrado en la clasificación según los niveles de presión arterial. Para clasificar los niveles de presión arterial existen muchos estándares tales como los presentados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la International Society of Hypertension (ISH), la Sociedad Europea de Hipertensión (SEH), la Sociedad Europea de Cardiología (SEC) y el Comité Nacional Conjunto Americano en Detección, Evaluación y Tratamiento de la Hipertensión Arterial (JNC). Cada uno de ellos emiten informes con los lineamientos para atender esta enfermedad.

Tabla 2. Clasificación de la presión arterial de la Sociedad Europea de Hipertensión (SEH) – Sociedad Europea de Cardiología (SEC) y Joint National Committee-7 (JNC-7)².

SEH - SEC	Sistólica (mmHg)	Diastólica (mmHg)	JNC-7
• Optima	<120	<80	Normal
• Normal	120-129	80-84	Pre hipertensión
• Normal alta	130-139	85-89	Pre hipertensión
Hipertensión			
• Grado 1	140-159	90-99	Grado 1
• Grado 2	160-179	100-109	Grado 2
• Grado 3	>180	>110	Grado 3
• sistólica aislada	>140	<90	sistólica aislada

Al presentar una medida que sea igual o sobrepase el valor de los 140 mmHg en la presión sistólica y los 90 mmHg de la presión diastólica, es determinada como una medida hipertensa [4]. De darse el caso, de ser un paciente nuevo o es decir que no tenga registros de hipertensión, se le debe practicar tres medidas en horarios y días diferentes, si las medidas siguen dentro del rango de los 140/90 mmHg, el paciente es declarado como hipertenso.

En el tratamiento de la hipertensión, se hace necesario

² Fuente: Tratamiento de la hipertensión arterial primaria. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1728-59172006000200009&script=sci_arttext

mantener al paciente bajo el rango de hipertensión es decir <140/90 mmHg; pero, existen factores (figura 1) de riesgos que hacen que este rango límite baje, como en el caso de la diabetes. La presión arterial se ve muy afectada si el paciente ya mantiene factores de riesgo, en el caso de que el paciente sea diabético se hace necesario mantener presiones bajo el rango de 130/80 mmHg [4].

3. Problemática

La hipertensión es un factor de riesgo para otras enfermedades del corazón, detonante en casos de problemas cerebrovasculares, isquemia, y que presente dentro de otras enfermedades como la diabetes puede complicar aún más el tratamiento de esta.

En la población panameña era común esta enfermedad en personas mayores de los 40 años, hoy la hipertensión se está haciendo presente con frecuencia en personas más jóvenes; contribuyendo a esta, la vida sedentaria, obesidad, el consumo excesivo de alcohol que aqueja a la población panameña y el consumo de tabaco, que a pesar de que Panamá es uno de los países que ha bajado las cifras de su consumo, aún se encuentra en la población [6].

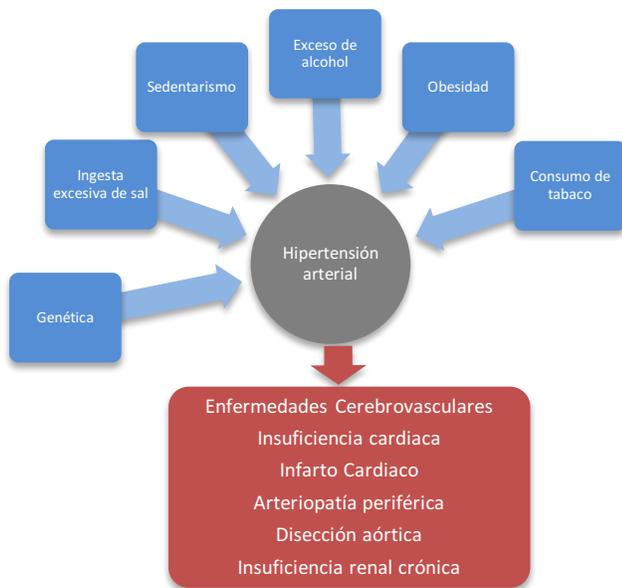


Figura 1. Factores de riesgo HTA.

3.1. Definición del problema.

La hipertensión es una enfermedad por lo general silenciosa, no presenta síntomas propios como para justificar su padecimiento; la mejor herramienta con la que se cuenta es la captura de la información que nuestro

organismo genera, en este caso, la presión arterial. Llevar un registro constante de la presión sistólica y diastólica es esencial para todo paciente, puesto que darle seguimiento continuo se traduce en menos riesgos y una mejor calidad de vida.

Contar con medidas frecuentes de presión arterial no es muy común en la mayor parte de la población hipertensa del país, frases como “cada 2 o 3 meses”, son comunes en hipertensos al preguntarles sobre la frecuencia con la que chequea su presión arterial; esta regularidad no permite darle el seguimiento adecuado a la enfermedad, mucho menos determinar si el tratamiento y su dosificación son adecuados para el paciente.

3.2. Solución propuesta.

Se propone una aplicación basada en tecnologías móviles que permita almacenar y procesar medidas de presión arterial, que permita a pacientes con problemas de hipertensión arterial una fácil integración con sus actividades diarias, mostrando información y sugerencias basadas en las medidas obtenidas, para sobrellevar la enfermedad.

La aplicación está ligada a la plataforma AmIHEALTH, siendo este el primer módulo agregado al sistema. Con el fin de mantener la información centralizada en la plataforma, permitiéndole al usuario acceder a su información tanto en el entorno web del sistema como en la aplicación móvil.

La aplicación cuenta con módulos como: registro de usuarios, inicio de sesión, módulo de gestión de enfermedades y módulo de gestión de medidas para la hipertensión arterial. Además de un sistema de alarmas; combinado con un módulo de calendarización, donde el usuario puede agregar al sistema las horas y/o fechas para nuevas medidas o ingestas de medicamentos. Un motor de sugerencias basado en reglas, también contará con un módulo de interrogantes para facilitar las respuestas del motor de sugerencias.

4. Materiales y métodos.

El sistema operativo que utiliza el servidor de la aplicación es *CentOS Linux*. *CentOS* es una distribución apoyada por la comunidad se obtiene de fuentes libremente al público por parte de *Red Hat* para *Red Hat Enterprise Linux (RHEL)* [6]. Es un sistema operativo de código abierto, basado en la distribución *Red Hat Enterprise Linux*, operándose de manera similar, y cuyo

objetivo es ofrecer al usuario un software de "clase empresarial" gratuito. Se define como robusto, estable y fácil de instalar y utilizar [7].

Para exponer los servicios de la aplicación se utiliza *Apache HTTP Server*. *Apache HTTP Server* es un esfuerzo por desarrollar y mantener un servidor *HTTP* de código abierto para sistemas operativos modernos, incluyendo *UNIX* y *Windows*. El objetivo de este proyecto es proporcionar un servidor seguro, eficiente y extensible que proporciona servicios *HTTP* en sincronización con los estándares actuales [8].

La base de datos esta soportada y gestionada por *MariaDB*, este es uno de los servidores de bases de datos más populares en el mundo. Desarrollado por los creadores originales de *MySQL* y garantizado para permanecer de código abierto. Convierte los datos en información estructurada en una amplia gama de aplicaciones, que van desde la banca hasta sitios *Web*. Se trata de una mejora, reemplazo directo para *MySQL*. *MariaDB* se utiliza porque es rápido, escalable y robusta, con un rico ecosistema de motores de almacenamiento, *plugins* y muchas otras herramientas hacen que sea muy versátil para una amplia variedad de casos de uso. *MariaDB* se ha desarrollado como software de código abierto y como una base de datos relacional que ofrece una interfaz *SQL* para acceder a los datos [9].

Para el desarrollo de la aplicación es usado el lenguaje de programación **Android**, basado en otros lenguajes de programación como *Java* y *C++*. Para facilitar y mantener una programación actualiza acorde con los lineamientos actuales se utiliza *Android Studio*. *Android Studio* es el entorno de desarrollo integrado (por sus siglas *IDE*) oficial para el desarrollo de aplicaciones para *Android* y se basa en *IntelliJ IDEA*. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de *IntelliJ*, *Android Studio* ofrece aún más funciones que aumentan tu productividad durante la compilación de apps para *Android* [10]. Es elegido como entorno de desarrollo ya que contiene los paquetes necesarios para el desarrollo de aplicaciones móviles basados en *Android*, además cuenta con soporte y actualizaciones para desarrollar aplicaciones para nuevas versiones de *Android*.

4.1. Patrones y arquitectura.

Los patrones para el desarrollo utilizados en la aplicación están basados en la arquitectura de programación en capas a dos niveles. Este estilo de programación está orientado al desarrollo de componentes o clases que se encarguen del tránsito, transformación y presentación de los datos en la aplicación; de esta forma se divide el código para hacerse más limpio y legible.

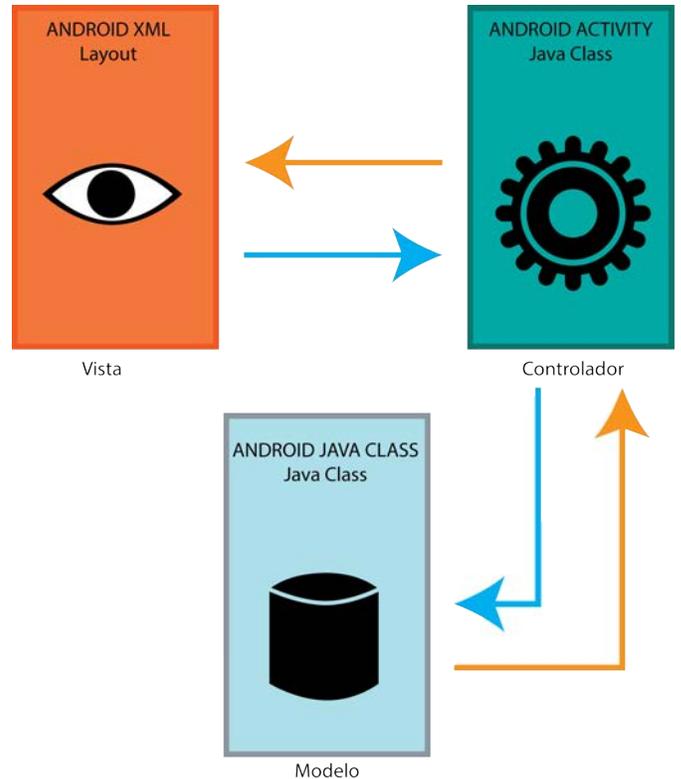


Figura 2. Modelo – Vista – Controlador.

Dentro de la capa de datos se encuentra la lógica que permite el acceso a los datos, es decir, conexiones o maneras de obtener información del servidor que se encuentran codificadas en estas clases. En la capa de negocio, se manejan las transacciones entre capas, esta suele llamarse lógica de negocio, ya que en ellas se encuentran las directrices del tránsito y muchas veces la transformación de los datos.

Por último, y no menos importante se encuentra la capa de presentación, dicha capa está encargada de mostrar los datos a los usuarios, controlando acciones en las interfaces de usuario, solicitando peticiones a la capa de negocio para lograr interactuar con el sistema y la base de datos.

Esta arquitectura es muy parecida a la utilizada en entornos web llamada MVC (Modelo – Vista – Controlador). Cabe destacar que la arquitectura que presenta *Android Studio* para programar sobre *Android* es un MVC. Por un lado existen los XML de la capa de presentación o vista y está regida por clases *java* que permiten manejar el negocio o el controlador [11].

4.2. Diseño de interfaces.

La aplicación está basada en el nuevo lenguaje de diseño de *Google*, *Material Design*. Este nuevo lenguaje forma parte de *Android* desde su versión 5. Este unifica el espacio reaccionando al movimiento ya que este proporciona un significado al usuario, con elementos intrépidos, gráficos e intencionados.

4.3. Arquitectura del Servicio.

La plataforma *AmiHEALTH* está desarrollada en el lenguaje de programación *PHP* utilizando el *framework Laravel* en su versión 5.4, la misma expone un servicio *API RestFull* creado para ofrecer una conexión fácil y ligera para el aplicativo móvil.

La protección de los datos es esencial para este tipo de aplicación ya que la información que se maneja es muy personal, hablamos de datos de pacientes, debido a ello, la plataforma, no permite conexiones externas si no se cuenta con una llave de aplicación o *token*. Encargándose de estas conexiones, existen clases denominadas *middleware* que para lograr hacer solicitudes al servidor se deben cumplir con los estándares *Oauth 2.0* (figura 3). Para poder acceder a los datos de un paciente es necesario el consentimiento del mismo, por eso la plataforma al iniciar sesión, en un dispositivo móvil, verifica si el usuario existe; de ser así envía una consulta a la aplicación, preguntando si el usuario permite el acceso a su información, que dicho sea de paso es privada y solo él puede otorgar permisos sobre el acceso a ellos. En el punto 5.2 se detalla el método para el registro de pacientes.

5. Desarrollo de la propuesta.

A continuación se describen detalladamente cada una de las características de la aplicación y sus definiciones, para comprender su funcionamiento. Estas características corresponden a los módulos principales de la aplicación. Es necesario definir los actores dentro de la aplicación, en esta convergen los pacientes denominados usuarios,

profesionales de la salud como médicos, la plataforma *AmiHEALTH* y la base de datos.

Android está basado en actividades, las mismas atienden a cada requerimiento del proyecto. Dentro de las actividades encontramos también fragmentos de ellas.

Cada actividad está acompañada de su propio XML para modificarse y ajustarse a la necesidad. Se definen a continuación las actividades de la aplicación.

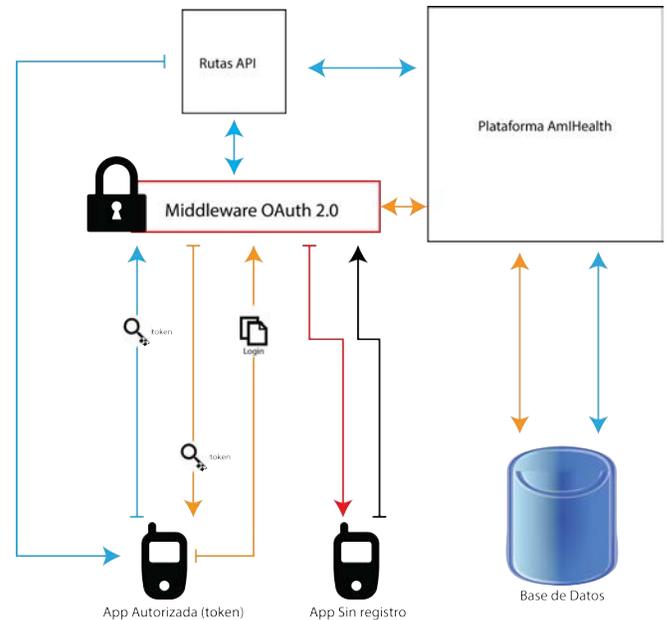


Figura 3. Funcionamiento de *Middleware OAuth 2.0*

5.1. Inicio de sesión.

Un usuario es el actor principal en la aplicación, en este caso el paciente. Su interacción con la aplicación comienza al iniciar sesión. Es necesario que exista un registro previo como se muestra en el punto 5.2. El usuario debe iniciar sesión con su correo electrónico y su clave. De existir un registro la plataforma, esta le entrega a la aplicación un *token* validado a través del *middleware OAuth 2.0* como muestra figura 3, la aplicación conserva este *token* para por acceder a la información situada en la plataforma.

Cuando el usuario accede con éxito a la plataforma debe, además, dar el consentimiento del uso de su información en la aplicación móvil. Al entregar dichos permisos la aplicación mantendrá el *token* el cual será necesario en cada solicitud que se haga de la aplicación a la plataforma.

5.2. Registro de usuarios.

El registro para los usuarios en la plataforma desde la aplicación, está comprendido por cuatro fragmentos de esta actividad, dentro de las cuales se solicita información general del usuario como los datos básicos para el uso de la plataforma.

En la figura 5.a se encuentra la pantalla de registro de usuario, en ella se presentan tres campos. El campo de email, el usuario debe ingresar un correo válido y a su vez, el sistema evalúa la entrada de texto y la compara con todos los correos que existen en la base de datos para determinar si ya existe un usuario registrado.

Para continuar con el registro en la parte inferior de cada fragmento, se encuentran dos botones: uno para continuar con el registro y otro para retornar. Al continuar con el registro en el paso 2 (Figura 5b), se solicitan los datos generales del usuario, solo existirá un registro por usuario, ya que cada registro está bajo una llave primaria, la cédula o número de identificación personal. En el siguiente paso (Figura 5c) el usuario debe registrar su dirección correspondiente y su número de

teléfono; cabe destacar que con estos campos se pretende regionalizar los casos para ayudar a enmarcar la enfermedad dentro del país.

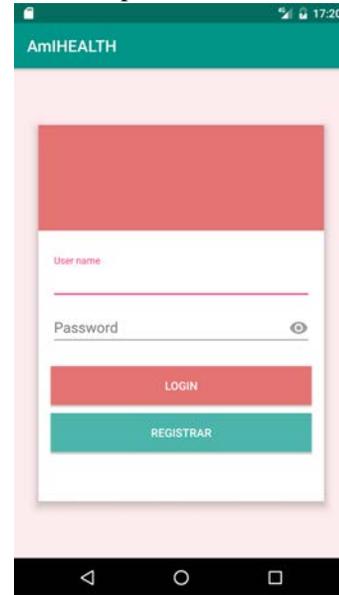
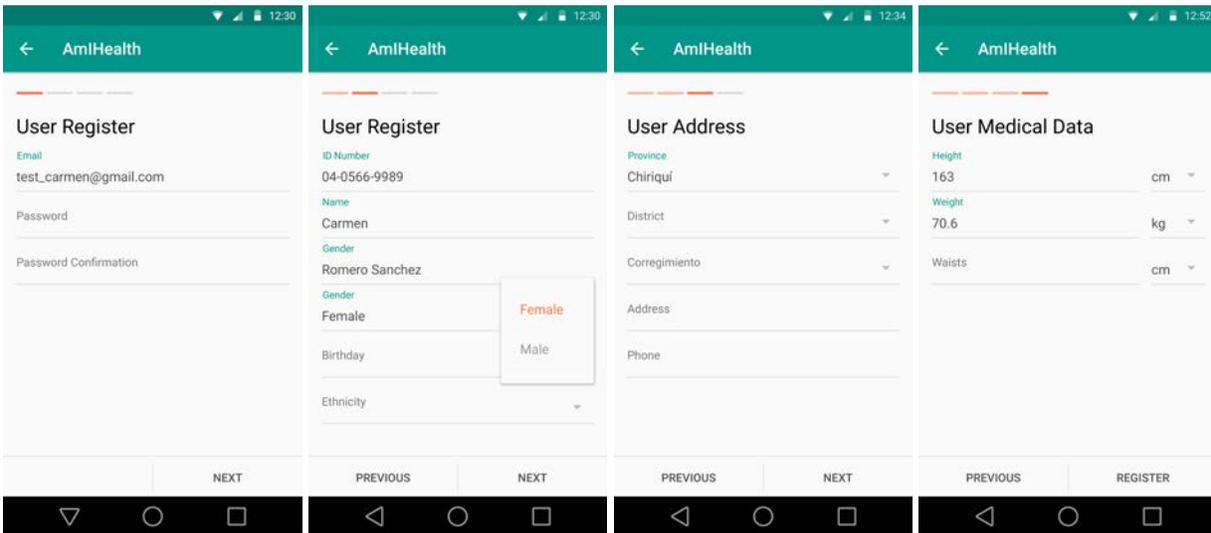


Figura 4. Pantalla de inicio de sesión.



(a) Paso 1

(b) Paso 2

(c) Paso 3

(d) Paso 4

Figura 5. Fragmentos del registro de usuarios.

Como último fragmento (Figura 5d) de registro, se encuentra la base para mucha de las sugerencias y los datos médicos más relevantes para la atención de la HTA. Aquí se registra el peso, altura y muy importante la circunferencia de su cintura. Estos datos serán usados para determinar si existe obesidad en el paciente como

también para registrar si el usuario está cambiando hábitos alimenticios o practicando ejercicios. Para culminar el registro (paso 1 en la figura 6) y verificar la autenticación del usuario, se aplica una verificación a través del correo ingresado. La plataforma envía al correo registrado un código único de activación, paso 2 en la

figura 6, el cual debe ser insertado en la pantalla de activación de código de verificación explicado en el paso 3. Al enviar el código a la plataforma este pasa a un controlador que verifica si el código insertado es correcto, de esta manera el usuario cambia su estado a activo y con ello culmina el registro (figura 6).

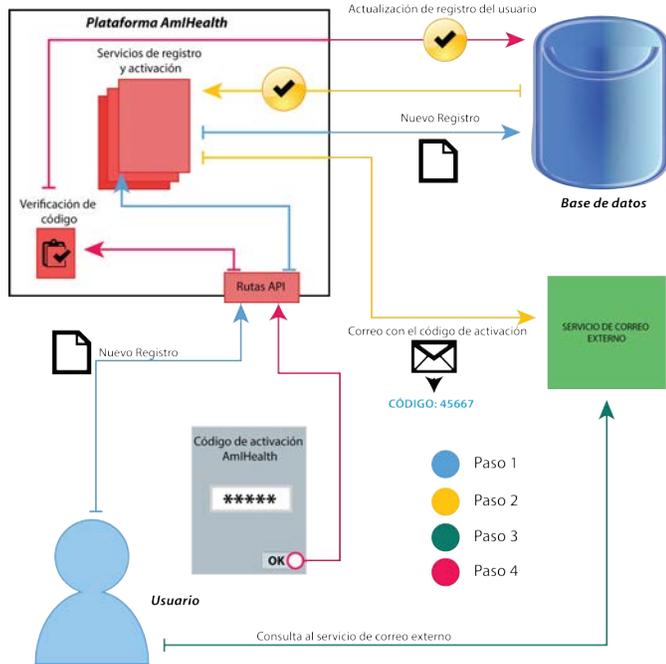


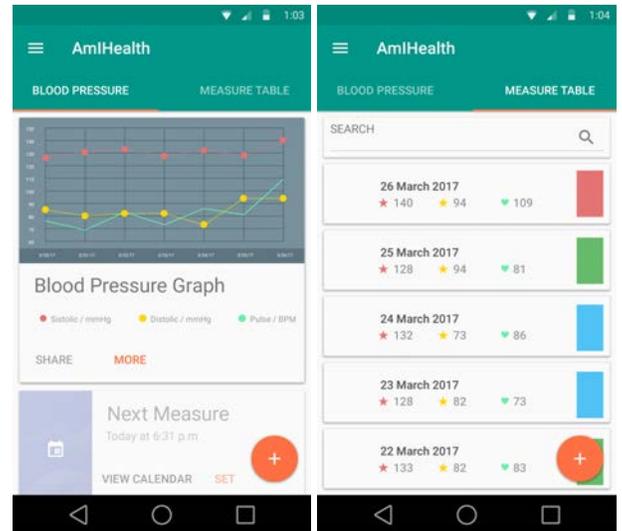
Figura 6. Proceso de autenticación de usuarios.

5.3. Módulo de atención de hipertensión

Atender la hipertensión, es el principal objetivo de la aplicación. Gestionar, almacenar y evaluar las medidas de presión son las características básicas de este módulo. Este módulo pretende facilitar la lectura de la medición al usuario, permitiendo observar gráficas, listas y detalles de todas y cada una de las mediciones agregadas. Este módulo se encuentra apoyado en los lineamientos de atención para la hipertensión definidos en el JNC7 [12].

5.3.1. Resumen de presión arterial.

La pantalla de resumen de actividad se encuentra dividida en dos secciones en donde se muestra información gráfica de las medidas efectuadas por el usuario en la semana. La misma está diseñada para que el usuario vea brevemente, en una línea de tiempo y el comportamiento de su HTA. También se encuentra a disposición del usuario sugerencias y alertas que genera el sistema, como las próximas mediciones entre otros (figura 7a).



(a) Presión arterial

(b) Tabla de medidas

Figura 7. Resumen de presión arterial.

5.3.2. Tabla de medidas

En la figura 7b se muestra la siguiente pantalla dentro del módulo de atención de la hipertensión. En esta se encuentran listadas cronológicamente siguiendo una estructura *LIFO* (*last input – first output*), todas las medidas realizadas desde el primer uso de la aplicación. Todas las medidas están acompañadas de un identificador; cada medida es evaluada por el sistema para clasificarlas dentro de su rango correspondiente.

5.3.3. Nuevas medidas

Las medidas con los datos más importantes de nuestra aplicación, son el punto de referencia para los siguientes enunciados. Una medida de presión arterial está compuesta de la presión sistólica (SIS) y la presión diastólica (DIS), en la aplicación se agrega también el pulso cardiaco, esta última medida se encarga de determinar si una persona se encuentra en descanso o no. Con ella se puede diagnosticar una medida válida o atribuirla a la actividad.

En la aplicación se puede acceder a este módulo pulsando en el botón situado en la parte inferior derecha del módulo de atención de la hipertensión. Se mostrará un fragmento que expone al usuario tres campos: sistólica, diastólica y pulso. El usuario debe ingresar valores en todos los campos para lograr un registro de la medida, ver la figura 8.

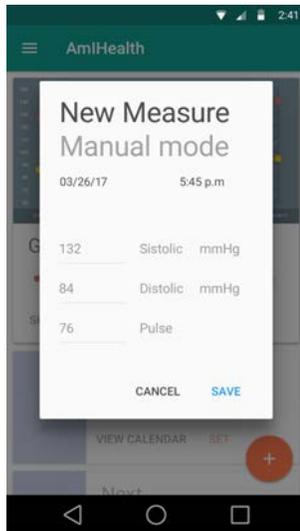


Figura 8. Nueva medida.

Las medidas deben ser capturadas con el uso de un tensiómetro con tecnología Bluetooth o a través de la forma tradicional (tensiómetros sin capacidad de transmisión de datos). Obedeciendo los lineamientos de la guía, el usuario debe tener como mínimo diez minutos de reposo, colocar el tensiómetro el brazo izquierdo a dos centímetros del codo y que el tensiómetro se encuentre a la altura del corazón; el usuario debe mantener una postura adecuada, no cruzar las piernas ni empuñar las manos. Todas estas recomendaciones deben seguirse para obtener una medida correcta.

El tensiómetro debe mantener un margen de error de ± 3 mmHg, que es el margen de error que se produce al generar una medida de manera tradicional. Cabe destacar que se encuentra en desarrollo la integración con dispositivos biométricos.

5.3.4. Detalles de las medidas.

Esta actividad está dirigida a mostrar información de la medida seleccionada o recién agregada. Se muestran los valores registrados como también la clasificación que ocupa dentro del rango de clasificación de la hipertensión, ver la figura 9. Al mismo tiempo muestra las sugerencias basadas en las mediciones obtenidas.

Esta actividad es lanzada al usuario cada vez que seleccione un medida en el historial y también cuando se agreguen nuevas medidas.

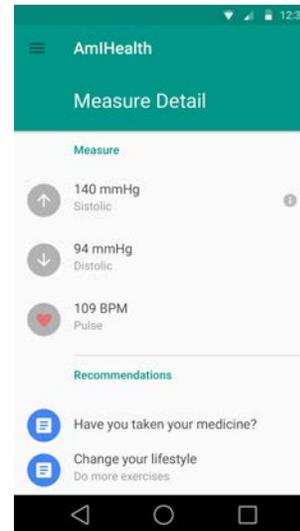


Figura 9. Detalle de las medidas.

6. Conclusiones

En nuestro proyecto queremos ofrecer a los usuarios una herramienta que permita almacenar datos relevantes de su padecimiento de hipertensión arterial. Estos datos facilitan el seguimiento y control de la enfermedad y sobre todo le permite ver mediante un gráfico como se ha comportado las medidas obtenidas en un tiempo determinado.

Este tipo de aplicaciones son una herramienta de control y sobre todo, permite educar a los usuarios sobre su enfermedad.

Nuestra intención ha sido adaptar estas tecnologías existentes para que podamos sacar provecho de cada una de ellas y así tener información valiosa a la hora de la toma de decisiones. Dentro de las actividades que estamos desarrollando están la de diseñar un ambiente de pruebas reales en donde los pacientes y médicos usen la aplicación móvil y así poder analizar su comportamiento según las diversas formas de uso.

7. Agradecimientos

Agradecemos a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) por el apoyo en financiero en el desarrollo del proyecto ITE15-001. A la Fundación Tecnológica de Panamá y la Universidad Tecnológica de Panamá. El segundo autor es miembro del SNI como Investigador Nacional I.

8. Referencias

- [1]. La Estrella de Panamá. (2014). Un 33% de población adulta en Panamá sufre de hipertensión arterial. [en línea] Disponible en la web:<http://laestrella.com.pa/vida-de-hoy/salud/94-millones-personas-mueren-cada-hipertension-arterial/23807287> [Consultado el 18 de Septiembre de 2016].
- [2]. Panamá América. (2017). Hipertensión arterial aparece a edades más tempranas. [en línea] Disponible en la web: <http://www.panamaamerica.com.pa/content/hipertensi%C3%B3n-arterial-aparece-edades-m%C3%A1s-tempranas> [Consultado el 17 de enero de 2017].
- [3]. Baldomero González Castillo, “Sociedad Panameña de Cardiología | Tratamiento No Farmacológico de la Hipertensión Arterial”, 2011. [En línea]. Disponible en: <http://cardiologiadepanama.org/articulos/tratamiento-no-farmacologico-de-la-hipertension-arterial/>. [Consultado: 13-may-2017].
- [4]. Ministerio de Salud de Panamá, “Guía para la atención integral de las personas con hipertensión arterial”, 2004.
- [5]. A. Nacionales *Et Al.*, “Plan Estratégico Nacional Para La Prevención Y El Control Integral De Las Enfermedades No Transmisibles Y Sus Factores De Riesgo República De Panamá Caja De Seguro Social”, 2014.
- [6]. Instituto Conmemorativo Gorgas, “*Republica De Panama Instituto Conmemorativo Gorgas De Estudios De Salud – Ministerio De Salud Prevalencia De Factores De Riesgo Asociados A Enfermedad Cardiovascular (Prefrec, 2010)*”, 2010.
- [7]. Wiki.centos.org. (2016). FrontPage - CentOS Wiki. [en línea] Disponible en la web: <https://wiki.centos.org/> [Consultado el 15 de mayo de 2017].
- [8]. Group, D. (2016). Welcome! - The Apache HTTP Server Project. [en línea] [Httpd.apache.org](http://httpd.apache.org). Disponible en la web: <http://httpd.apache.org/> [Consultado el 15 de mayo de 2017].
- [9]. MariaDB.org. (2016). About MariaDB - MariaDB.org. [en línea] Disponible en la web: <https://mariadb.org/about/> [Consultado el 15 de mayo de 2017].
- [10]. Android Studio, C. (2017). Conoce Android Studio | Android Studio. [en línea] [Developer.android.com](http://developer.android.com). Disponible en la web: <https://developer.android.com/studio/intro/index.html?hl=es-419> [Consultado el 15 de mayo de 2017].
- [11]. B. Phillips y B. Hardy, *Android Programming: The Big Nerd Ranch Guide*. Big Nerd Ranch Guides, 2013.
- [12]. National High Blood Pressure Education Program, “JNC 7 Express”, 2003.

S.O. usados por los clientes de la red de la Universidad Cooperativa de Colombia campus Villavicencio

OS used to connect to the network of University Cooperativa de Colombia campus Villavicencio

Carlos Ignacio Torres Londoño¹

¹Programa Ingeniería de sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio, Grupo de investigación GIPIS

¹ carlos.torreslo@campusucc.edu.co

Resumen— El Propósito de este investigación fue el de generar una estrategia de sensibilización en los estudiantes, administrativos y docentes del programa de ingeniería de sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio, sobre los riesgos presentes en el momento en el que se conectan con sus dispositivos informáticos a las redes de la universidad. Para esto se realizó una caracterización piloto, en la cual se inspeccionó que conocían los usuarios de algunos terminos de seguridad informatica. Mediante el análisis de los datos obtenidos se pudieron identificar cuáles eran los posibles riesgos a los que se sometían los usuarios de las redes de la UCC. En este trabajo se plantea una estrategia para mitigar los riesgos detectados y se socializan estos resultados a la comunidad académica afectada por el piloto. Como conclusión, se pueden observar muchas similitudes en los datos obtenidos en la encuesta realizada y las estadísticas disponibles en Internet sobre dispositivos y sistemas operativos que se conectan a internet. Aunque no se puede garantizar una seguridad total al conectarse a una red, la educación y conocer sobre los riesgos que generamos sigue siendo la forma más eficiente de fortalecer el eslabón más débil de la cadena, permitiendo minimizar este riesgo mediante el uso de unas buenas prácticas de seguridad informática.

Palabras claves— Gestión de la seguridad ,Ingeniería del conocimiento, Seguridad de la información, Seguridad de la red, Vulnerabilidad de los sistemas operativos.

Abstract— The objective of the present study is to develop a sensitizing strategy for the computer science program users of the Universidad Cooperativa de Colombia (UCC) at the Villavicencio's campus about the risks involved when they paired their electronic devices with the university network. In order to develop the strategy, it is necessary to develop a pilot characterization. A data analysis of the collected information elucidates the potential risks. The present studies targets to develop an integral strategy to mitigate these risks and its discussion with the academic community involved in the pilot survey. As conclusion, it is possible to observe a high correlation between the present study and the statistics available in internet regarding the kind of device and operating system used to connect into internet. Despite it is not possible to guarantee complete security when a user join a network, education and a wider knowledge of the risks generated during a connection, are the most effective way to strong the weaker link of the process by minimizing the risks by adopting a good informatics security practices.

Keywords— Information security, Knowledge engineering, Network security, Operative systems vulnerability, Security management

1. Introducción

Cada día, tenemos más cantidad de dispositivos que se conectan a internet. Se estimaba que en 2003 existían cerca de 500 millones de dispositivos conectados[1], [2], mientras que se estima que para el año 2020 la cantidad será de 50 mil millones de dispositivos conectados a Internet. Si vemos la evolución de los dispositivos con los que se realizan las conexiones a internet, se puede decir que en principio las conexiones se realizaban desde

computadores de mesa o portátiles, después llegan los teléfonos, siguen los Smartphone, televisores, tabletas y dispositivos wearables; por lo que se estima que cada persona en este momento puede tener entre tres y cuatro distintos dispositivos para conectar a internet.). Los sistemas operativos de todos estos dispositivos pueden ser vulnerables y presentar vulnerabilidades no detectadas hasta el momento (Día cero)[3]. Estas vulnerabilidades son el punto de partida para generar

ataques mal intencionados como el que sucedió el pasado 14 de octubre de 2016 contra DynDNS y que dejó sin acceso a los principales sitios en internet[4]–[6]. Este ataque se dio desde dispositivos wearables.

En los últimos 15 años se han presentado muchos y distintos tipos de ataques, como el que realizó en represalia por el cierre de WikiLeaks[7], o problemas de seguridad con gusanos como sasser[8]–[10], los secuestros realizados por medio de ransomware[11], [12] en diferentes partes del mundo[12]–[14] o el negocio que representa el phishing[15] a las personas del común[16] o a hasta las campañas políticas[17]

El usuario es el eslabón más débil de la cadena y por lo tanto es el principal riesgo para cualquier organización, en este caso para la Universidad Cooperativa de Colombia (UCC). Dado además el gran flujo de dispositivos es cada vez más difícil controlar y prevenir ataques en la red. Una forma de disminuir o minimizar algunos de estos riesgos es el generar conciencia de lo que sucede y hacer campañas para prevenir este tipo de incidentes. En este aspecto este trabajo busca realizar una primera caracterización de los dispositivos con los cuales se conectan a la UCC, los diferentes integrantes del programa de Ingeniería de Sistemas.

Analizando los datos de esa caracterización debe generarse una serie de acciones que permitan mitigar los diferentes riesgos. Esta estrategia debe ser socializada a la comunidad para que sea ejecutada como medio de prevención y conocimiento.

Este documento toma algunas de las sugerencias presentadas en los diferentes informes de empresas de seguridad,[3], [18], [19] que hacen de alguna manera énfasis en lo importante de la educación, como primera herramienta para la prevención y minimización de los riesgos asociados a este tipo de eventos no deseados[20]. La problemática de la seguridad está dada por los posibles riesgos que se pueden presentar al hacer uso no apropiado de las redes (UCC Estudiantes, UCC Docentes, UCC Salas), siendo los usuarios el eslabón más débil de la cadena, es preciso dar una serie de medidas que prevengan posibles vulnerabilidades en las redes, para evitar así problemas relacionados con la seguridad.

La universidad es un espacio, al cual los diferentes miembros de la academia acceden con diferentes dispositivos de diferentes tipos, no existe un control para acceder y conectarse a las redes de la universidad. La única característica de seguridad es el de un usuario y

contraseña, en algunas de las redes de la universidad se puede ingresar con el usuario por defecto como invitado y sin contraseña y en las otras debido a la poca formación de la comunidad académica en este tema, suelen conocerse y circular las claves de las diferentes redes como UCC Docentes o UCC Salas.

Todos estos factores hacen que además de problemas con los rendimientos de la red se puedan presentar focos de infección y propagación de virus y malware en la universidad, además de todos los riesgos que se pueden presentar como pérdida de información.

2. Materiales y métodos

Para la investigación se plantea el desarrollo de una encuesta piloto, con el fin de determinar las características de los diferentes dispositivos con los cuales se conectan a la red de la Universidad Cooperativa de Colombia los diferentes usuarios del programa de Ingeniería de Sistemas.

El universo de este piloto es toda la comunidad universitaria (estudiantes, docentes y administrativos y visitantes) de la universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio, la muestra de este estudio son los miembros (estudiantes, docentes y administrativos) de la comunidad universitaria que pertenecen al programa de ingeniería de sistemas, con los datos proporcionados por estos últimos se realiza la caracterización de esta investigación

Las principales características que se quieren establecer son:

- Las redes a las cuales se conectan los diferentes usuarios del programa de Ingeniería de sistemas en el momento que acceden a la Universidad Cooperativa de Colombia.
- Los diferentes dispositivos que utilizan cuando acceden a las redes de la Universidad Cooperativa de Colombia.
- Cuáles son los sistemas operativos de esos dispositivos y si los tienen actualizados a la última versión disponible.
- Si utilizan programas como antivirus en los diferentes dispositivos con los cuales se conectan a las redes de la Universidad Cooperativa de Colombia.
- Si saben que es una red privada virtual (vpn) y si las utilizan en las conexiones a las diferentes redes de la Universidad cooperativa de Colombia.
- Si tienen instalado un firewall, en los dispositivos

con los que se conectan a la red de la Universidad Cooperativa de Colombia.

- Si han realizado operaciones bancarias (consulta de saldo, transferencias, etc.) o compras o pagos desde Internet o desde la red de la Universidad Cooperativa de Colombia.
- Si conocen algo sobre la DeepWeb, si ingresan a ella desde la red de la Universidad Cooperativa de Colombia.

La encuesta completa fue la siguiente:

1 Se conecta a la red de la universidad Cooperativa de Colombia con algún dispositivo (Portátil, Tablet, Smartphone, otro)

Si o No

2 ¿A que red de la Universidad Cooperativa de Colombia se Conecta?

Ucc Estudiantes, Ucc Docentes, Salas, Otra?

3 Utiliza portátil, para conectarse a la red de la UCC

Si o No

4 Que sistema operativo tiene?

Windows, Linux, Mac OS, Otro

5 Conteste Si o No para cada una de las siguientes preguntas según sea el caso para su portátil

A [Tiene actualizado el sistema operativo de su portátil]

B [Tiene instalado un antivirus en su portátil]

C [Esta actualizado su antivirus]

D [Ha tenido alguna vez un virus]

E [Ha tenido malware en su portátil]

6 Utiliza tablet, para conectarse a la red de la UCC

Si o No

7 Que sistema operativo tiene su tablet?

Windows Phone, iOS, Firefox, Android, Chrome, Otro

8 Conteste Si o No para cada una de las siguientes preguntas según sea el caso para su tablet

A [Tiene actualizado el sistema operativo de su tablet]

B [Tiene instalado un antivirus en su tablet]

C [Esta actualizado su antivirus en su tablet]

D [Ha tenido alguna vez un virus en su tablet]

E [Ha tenido malware en su tablet]

9 Utiliza Smartphone, para conectarse a la red de la UCC

Si o No

10 Que sistema operativo tiene su Smartphone?

Windows Phone, iOS, Firefox, Android, Chrome, Otro

11 Conteste Si o No para cada una de las siguientes preguntas según sea el caso para su Smartphone

A [Tiene actualizado el sistema operativo de su Smartphone]

B [Tiene instalado un antivirus en su Smartphone]

C [Esta actualizado su antivirus en su Smartphone]

D [Ha tenido alguna vez un virus en su Smartphone]

E [Ha tenido malware en su Smartphone]

12 Utiliza otro tipo de dispositivo para conectarse a la red UCC

Si o No

13 Responda Si o No a cada una de las siguientes preguntas:

A [Sabe que es una VULNERABILIDAD]

B [Sabe que es un Firewall]

C [Usa Firewall en su portátil]

D [Sabe que es una VPN]

E [Utiliza VPN al conectarse a la UCC]

F [Sabe que es la Deep Web]

G [Ha navegado en la Deep Web desde la UCC]

H [Ha realizado operaciones bancarias (Consulta de saldo, ingreso a la cuenta) desde Internet]

I [Ha realizado compras desde Internet]

J [Ha hecho pagos por Internet]

K [Ha realizado operaciones bancarias o compras o pagos desde la red de la UCC]

14 Quiere informarnos sus datos

Si o No

15 Correo

16 Tipo Participante

Estudiante, Docente, Administrativo

17 Si es estudiante cuál es su semestre actual

La encuesta se realizó utilizando google forms y se difundió a través del Facebook oficial del programa, en el cual están registrados todos los estudiantes, docentes y administrativos del mismo.

3. Resultados

Después de que los miembros del programa de ingeniería de sistemas respondieron a la encuesta se procedió al análisis de las respuestas dadas en la encuesta que fueron los siguientes:

1) Para la primer pregunta “1 Se conecta a la red de la universidad Cooperativa de Colombia con algún dispositivo (Portátil, Tablet, Smartphone, otro)” el resultado muestra como más del 90% de la población que

respondió la encuesta se conecta de alguna manera a la red de la universidad

2) Para la segunda pregunta, “¿A qué red de la Universidad Cooperativa de Colombia se Conecta?” la mayoría de la población que respondió a la encuesta se conecta a la red UCC Estudiantes cerca del 80% mientras que le siguen: UCC Docentes, Salas.

3) Para la tercera pregunta “Utiliza portátil, para conectarse a la red de la UCC”, los resultados son que prácticamente tres de cada cuatro de los que se conecta a la red lo hace a través de su portátil.

4) Para la cuarta pregunta “¿Qué sistema operativo tiene?”, la mayoría acceden desde sistemas Windows, después Mac OS y finalmente Linux

5) La quinta pregunta tiene cinco partes:

a) Para la primera de las partes “Tiene actualizado el sistema operativo de su portátil”, solo los equipos con el sistema Linux se encuentran actualizados, después los con Mac OS, se encuentran la mitad actualizados y la mitad sin actualizar; finalmente casi uno de cada cinco portátiles con Windows se encuentran sin actualizar.

b) Para la segunda de las partes “Tiene instalado un antivirus en su portátil”, para el sistema operativo Linux no tienen instalado un antivirus, para Mac OS la mitad tienen instalado el antivirus y para Windows más del 90% tiene antivirus.

c) Se puede ver que en los portátiles con sistema operativo Windows los usuarios tienen actualizado en mayor porcentaje el antivirus, mientras que en sistemas como Linux al no tenerlo instalado no lo actualizan.

d) Más del 50 % de los encuestados dicen nunca haber tenido un virus en sus portátiles, se tiene una mayor percepción de seguridad para sistemas como Linux, después para Windows y finalmente para Mac OS

e) La inmensa mayoría dice que sus equipos no han tenido Malware, es interesante realizar un test de malware para demostrar si esta aseveración es correcta o falsa.

6) Sexta pregunta, solo el 9% de los que contestaron la encuesta indican que acceden a la red de la UCC utilizando una Tablet.

7) Séptima pregunta, se observa como las Tablet que acceden a la red en la universidad tiene el sistema operativo Android.

8) En cuanto a si el sistema operativo de las Tablet esta actualizado se detecta que el 50% de los usuarios con Tablet así lo indican, mientras que el otro 50 dicen que

no. Valores muy similares se han obtenido para cada uno de los ítems preguntados (Tiene Antivirus, esta actualizado, ha tenido virus, ha tenido malware), a los miembros del programa que indican que acceden con Tablet a la red de la UCC

9) En cuanto a la pregunta si se conecta con su Smartphone a la red de la universidad, se puede ver como claramente se da una conexión masiva de estos dispositivos cada vez más generalizados en el medio y que permiten hacer una variedad de tareas, por su fácil portabilidad, con lo que el 83% de los encuestados dicen ingresar a la red de la UCC con este tipo de dispositivo.

10) En cuanto a los sistemas operativos de los Smartphone con los que se conectan a la red de la UCC, se puede apreciar que casi tres de cada cuatro tiene un dispositivo con el sistema operativo Android, principalmente por su gran cuota de mercado; algo más del 20 % tienen dispositivos con sistema operativo iOS y uno de cada 20 tiene dispositivo con sistema operativo Windows Phone.

11) Para esta pregunta se analiza cada una de las diferentes sub preguntas:

a) En general un porcentaje cercano al 80 % es decir, cuatro de cada cinco dicen tener el Smartphone actualizado el S.O.

b) Más de la mitad de los Smartphone carecen de antivirus y es especialmente preocupante en dispositivos con sistema operativo iOS y Android.

c) De los pocos Smartphone que tienen antivirus, solo el 32% se encuentra actualizado.

d) La gran mayoría dicen no haber tenido nunca un virus en sus Smartphone.

e) En cuanto a lo referido con malware, es mayor la percepción de este entre los encuestados y uno de cada cuatro usuarios de iOS ha tenido malware.

12) Los miembros dicen no utilizar otros dispositivos para conectarse a la red de la universidad.

13) Respecto a las preguntas de conceptos de seguridad la encuesta muestra que:

a) Más del 90% de los encuestados dicen saber que es una vulnerabilidad.

b) ¿Sabe que es un Firewall? Más del 80% de los que respondieron la encuesta dicen saber que es

c) el 71% de los encuestados dice que tiene activo el firewall.

d) ¿Sabe que es una VPN? Tres de cada cuatro respondieron que saben que es.

e) Sin embargo, en el mento de utilizar las redes virtuales privadas, se invierten los porcentajes, ni uno de cada cuatro, Utiliza VPN.

f) ¿Sabe que es la Deep Web? Un 57% de los encuestados dicen saber que es y el 43% restante lo desconocen.

g) ¿Ha navegado en la Deep Web desde la UCC? Solo el 9% de los que respondieron la encuesta dicen que sí.

h) ¿Ha realizado operaciones bancarias (Consulta de saldo, ingreso a la cuenta) desde Internet? algo más de la mitad de los que respondieron la encuesta dicen que en alguna ocasión han realizado una operación bancaria desde internet.

i) como el 52% de los encuestados, dicen que si a la pregunta ¿Ha realizado compras desde Internet? En algún momento de sus vidas.

j) ¿Ha hecho pagos por Internet? Casi tres de cada cinco los han realizado.

k) Respecto a la pregunta ¿Ha realizado operaciones bancarias o compras o pagos desde la red de la UCC? solo el 22% respondió que sí.

5.2 Reflexión de la caracterización de los datos

Dada la versatilidad y la gran penetración en el mercado local de los Smartphone cerca de 14 millones al finalizar el año 2015 según el ministerio de las tics en Colombia[21], [22], se observa que el dispositivo con mayor número de conexiones a la red de la Universidad Cooperativa de Colombia. Como era de esperar al ser mayor la cantidad de estudiantes entre los miembros del programa de ingeniería de sistemas (en una relación de 30 a 1), esta hace que la red a la que más se conecten en la Universidad cooperativa de Colombia sea la denominada UCC estudiantes.

Cuando se habla de sistemas operativos se pueden ver dos tendencias claras: en los portátiles el sistema predominante es Windows y en los Smartphone el sistema predominante es Android.

Si se analizan los datos recogidos y los se comparan con los de gs.statcounter.com, se puede ver que el programa de ingeniería de sistemas, conserva la relación entre los sistemas operativos Linux y Mac OS, por ordenador con Linux existen dos con Mac OS, también se aprecia que son casi un 83 % los equipos con Windows como se puede ver en la figura 1.

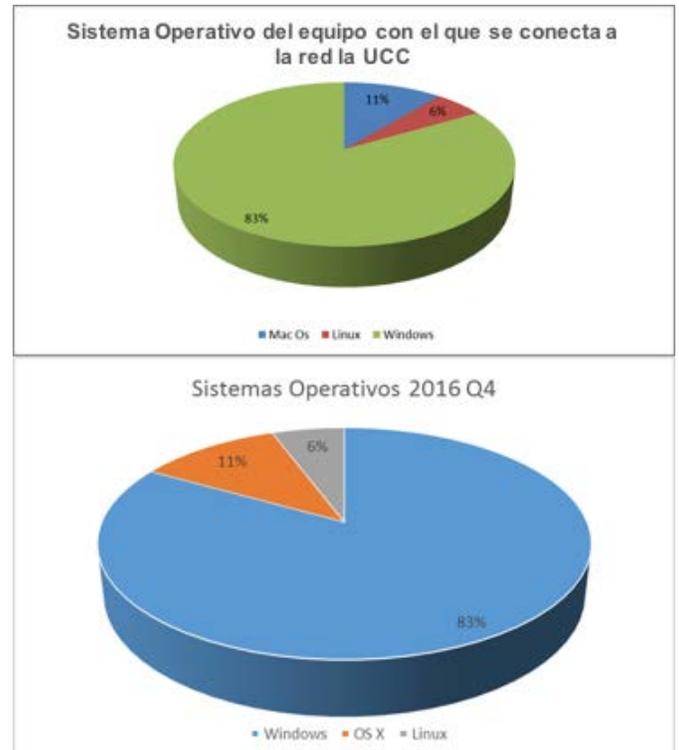


Figura 1. Comparación de los datos obtenidos y los datos de mercado. Arriba son los datos obtenidos en la encuesta y abajo los datos del mercado obtenidos de la web gs.statcounter.com

Al encontrar muchas similitudes entre los datos obtenidos por los miembros del programa de ingeniería de sistemas y los datos del mercado, se opta por generar una capacitación mostrando a la comunidad cuales son los principales riesgos que se pueden presentar por no tener actualizados de forma correcta y puntual los sistemas operativos de sus dispositivos.

Para esto se toman las vulnerabilidades indexadas durante el último año de la base de datos de vulnerabilidades “The National Vulnerability Database”, la cual es mantenida por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) [23]. Esta base de datos incluye detalles sobre cada CVE que ha sido emitido. Realiza un seguimiento de su estado, estandarizando un reporte de seguridad de la sobre la vulnerabilidad, para proporcionar la forma de detectar la vulnerabilidad, qué se debe realizar si se detecta, el riesgo asociado y cómo hacer referencia a cada vulnerabilidad.

Para este trabajo se ha generado una serie de estadísticas donde se muestra en tres niveles de riesgos (Bajo, medio y alto) la cantidad de vulnerabilidades detectadas para cada uno de los sistemas operativos usados por los

diferentes miembros del programa de ingeniería de sistemas durante el último año 2016. Además de mostrar el incremento constante en el número de vulnerabilidades. Se les muestran una serie de vulnerabilidades de nivel alto que pueden afectar de forma crítica no solo sus ordenadores, sino los ordenadores de una red, para escoger las principales vulnerabilidades, se accede a la base de datos de vulnerabilidades

4. Conclusiones

- Cada día existen más dispositivos que se pueden conectar a internet, los miembros del programa de ingeniería de sistemas no son ajenos a estas circunstancias y en promedio cada uno se conecta con más de un dispositivo (80% Smartphone, 75% Portátil personal y 9% Tablet) aproximadamente 1,6 dispositivos por integrante.
- El dispositivo predilecto para conectarse por parte de los miembros del programa de ingeniería de sistemas son los Smartphone, más de un 80% de los miembros lo utilizan para conectarse a la red de la universidad.
- Las vulnerabilidades analizadas, con calificación 10 en los diferentes sistemas operativos, generalmente tienen varios efectos y son registradas con diferentes tipos de vulnerabilidades, con lo que el riesgo en mayor, en general pueden ser generadas desde accesos remotos, esto hace que el riesgo sea muy alto.
- El principal factor de riesgo puede estar precisamente, en la combinación Smartphone con sistema operativo Android, por ser el dispositivo más utilizado para conectarse (83%) y ser el sistema operativo con más vulnerabilidades durante el último año con: 10 vulnerabilidades de bajo riesgo, 164, vulnerabilidades de medio riesgo y 349 vulnerabilidades de alto riesgo.
- Si hablamos de portátiles, el sistema operativo con más vulnerabilidades es Linux, sin embargo el con una mayor cantidad de vulnerabilidades de alto riesgo es Mac OS. Para los sistemas operativos Microsoft encontramos una gran cantidad de vulnerabilidades comunes entre las diferentes versiones; y al ser este el sistema más utilizado por los miembros es el que más riesgo genera en la red de la Universidad Cooperativa de Colombia.
- Aunque no se pueda garantizar una seguridad total al conectarse a una red, la educación y conocer sobre

los riesgos que generamos siendo el eslabón más débil de la cadena, esto va permitir minimizar este riesgo. Por esta razón es muy importante generar campañas para generar una conciencia de tener el sistema operativo actualizado y también las herramientas de trabajo.

5. Referencias

- [1] M. Santos González, "Historia de Internet - Nacimiento y evolución | Redes Telemáticas," Septiembre 17, 2013. [Online]. Available: <http://redestelematicas.com/historia-de-internet-nacimiento-y-evolucion/>. [Accessed: 28-Dec-2016].
- [2] D. Evans et al., "Internet de las cosas: Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo," *J. Food Eng.*, vol. 49, no. Emim, pp. 314–318, 2011.
- [3] "Boletín de seguridad Panorama del año . Seguridad estadísticas generales de 2016 Resumen ejecutivo cosas que no sabíamos antes :," pp. 1–18, 2016.
- [4] US-CERT, "Heightened DDoS Threat Posed by Mirai and Other Botnets." [Online]. Available: <https://www.us-cert.gov/ncas/alerts/TA16-288A>. [Accessed: 16-Dec-2016].
- [5] E. Arcos, "Mirai e internet de las cosas responsables del ataque DDoS de octubre 21." [Online]. Available: <https://hipertextual.com/2016/10/mirai-ddos-internet-de-las-cosas>. [Accessed: 16-Dec-2016].
- [6] FP_Analyst, "Flashpoint - Mirai Botnet Linked to Dyn DNS DDoS Attacks." [Online]. Available: <https://www.flashpoint-intel.com/mirai-botnet-linked-dyn-dns-ddos-attacks/>. [Accessed: 16-Dec-2016].
- [7] E. Dans, "Tiempo de DDoS » Enrique Dans," Enrique Dans, 2010. [Online]. Available: <https://www.enriquedans.com/2010/12/tiempo-de-ddos.html>. [Accessed: 28-Dec-2016].
- [8] T. BBC NEWS, "BBC NEWS | Technology | Sasser net worm affects millions," BBC NEWS, 2004. [Online]. Available: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/3682537.stm>. [Accessed: 29-Dec-2016].
- [9] M. P. C. Microsoft, "Worm: Win32/Sasser.A," Malware Protection Center, 2007. [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/security/portal/threat/encyclopedia/Entry.aspx?Name=Worm%3AWin32%2FSasser.A&753b39b>

- 0-1a28-4269-90a7-1e0a868b281d=True. [Accessed: 29-Dec-2016].
- [10] W. Hasselbring and R. Reussner, "Toward Trustworthy Software Systems," *Computer* (Long Beach, Calif.), vol. 39, no. 4, pp. 91–92, 2006.
- [11] G. O. Gorman and G. McDonald, "Ransomware : A Growing Menace," *Symantec*, vol. 1, p. 16, 2012.
- [12] A. Gazet, "Comparative analysis of various ransomware virii," *J. Comput. Virol.*, vol. 6, no. 1, pp. 77–90, 2010.
- [13] T. BBC mundo, "El pueblo de Estados Unidos que pagó un rescate para poder seguir usando sus computadoras - BBC Mundo," *BBC*, 2015. [Online]. Available: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/08/150803_tecnologia_eeuu_pueblo_pago_rescate_malware_computadoras_lv.shtml. [Accessed: 29-Dec-2016].
- [14] R. BBC Mundo, "El hospital de Estados Unidos secuestrado por piratas informáticos - BBC Mundo," *BBC*, 2016. [Online]. Available: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/02/160216_tecnologia_hospital_eeuu_hackers_ransomware_piratas_informaticos_lb. [Accessed: 29-Dec-2016].
- [15] R. Dhamija, J. D. Tygar, and M. Hearst, "Why phishing works," *Proc. SIGCHI Conf. Hum. Factors Comput. Syst. - CHI '06*, no. November 2005, p. 581, 2006.
- [16] R. BBC Mundo, "12 ataques por segundo: cuáles son los países de América Latina más amenazados por malware," *BBC Mundo*, 2016. [Online]. Available: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-37286420>. [Accessed: 29-Dec-2016].
- [17] R. BBC Mundo, "Cómo fue el 'hacking' de piratas informáticos de Rusia durante las elecciones de Estados Unidos - BBC Mundo," *BBC*, 2016. [Online]. Available: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-38350244>. [Accessed: 29-Dec-2016].
- [18] "Informe de Amenazas a la Seguridad de Internet," 2016.
- [19] A. Ivanov, D. Emm, F. Sinitsyn, and S. Pontiroli, "Boletín de seguridad de Kaspersky 2016 . La revolución del ransomware Story of the Year," pp. 1–21, 2016.
- [20] Hewlett Packard Enterprise, "HPE Security Research Cyber Risk Report 2016," Febrero 2016, p. 96, 2016.
- [21] MinTic, "Cifras Cuarto Trimestre de 2015," pp. 1–44, 2016.
- [22] A. M. LUZARDO, "¿Es Colombia un país innovador? • ENTER.CO," *enter.co*, 2016. [Online]. Available: <http://www.enter.co/especiales/claro-negocios/es-colombia-un-pais-innovador/>. [Accessed: 29-Dec-2016].
- [23] C. Manes, "Most vulnerable operating systems and applications in 2015," 2016. [Online]. Available: <http://techtalk.gfi.com/2015s-myvs-the-most-vulnerable-players/>. [Accessed: 29-Dec-2016].

Guía metodológica de pruebas especializada en control y calidad de aplicaciones móviles fundamentados en la norma ISO 9241-11 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTS) 2016

Methodological guide of tests specialized in control and quality of mobile applications based on ISO 9241-11 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTS) 2016

Christian Michael Ramos Lopez¹, Jhon Edinson Castro Lopez², Alberto Bravo Buchely³, Dayner Felipe Ordoñez Lopez⁴
^{1,2} Ingeniería Informática, Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, ^{3,4} Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Especialista en Educación Virtual, Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca
¹ cramos@unimayor.edu.co, ² julian.mera@campusucc.edu.co, ³ abravo@unimayor.edu.co, ⁴ dordonezl@unimayor.edu.co

Resumen– El presente artículo propone una guía metodológica de pruebas especializada en control y calidad de aplicaciones móviles fundamentados en la norma ISO 9241-11 ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTS). Se propone y se aplica una guía metodológica que permite evaluar el nivel de usabilidad de una aplicación móvil en base a la norma ISO 9141-11 en relación a sus características usuario, equipo, tareas y entorno, y las medidas de eficiencia eficacia y satisfacción, la cual es adaptada según los lineamientos actuales de la evaluación de usabilidad en aplicaciones móviles y con los cuales se genera una base de información de pruebas y control de calidad.

Palabras clave- ISO 9241-11, Usabilidad, Software, Calidad

Palabras claves– ISO 9241-11, Usabilidad, Software, Calidad.

Abstract– The present article proposes a methodological guide of tests specialized in control and quality of mobile applications based on the norm. we apply and apply a methodological guide that allows us to evaluate the level of usability of a mobile application based on ISO 9141-11 in relation to its characteristics user, equipment, tasks and environment, and measures Of efficiency and satisfaction, which is adapted according to the current guidelines of the evaluation of usability in mobile applications and with which a conceptual basis of information of tests and quality control is generated.

Key Words: ISO 9241-11, Usability, Software, Quality.

Keywords– ISO 9241-11, Usability, Software, Quality.

1. Introducción

Los sistemas de hoy en día son cada vez más complejos, deben ser construidos en tiempo récord y deben cumplir con los estándares más altos de calidad. Para hacer frente a esto, se realiza el estudio exploratorio sobre metodologías de pruebas de control y calidad de software [1]. Para ello se tendrán en cuenta dos tipos de pruebas específicas, pruebas funcionales y de nivel de usabilidad y aprendizaje de una aplicación móvil.

En este estudio se recolecta la información necesaria directamente relacionada a los estándares y lineamientos de la evaluación y elementos que permitan conocer los niveles de usabilidad de un producto software, se analizan y se realiza una síntesis de los criterios de mayor relevancia en cuanto a las aplicaciones móviles. Con el fin de obtener una guía metodológica que permita realizar pruebas sobre aplicaciones móviles en diseño o un producto software terminado.

Ahora bien, para poder llevar un correcto control de calidad software es necesario tener en cuenta que existen

muchos factores que influyen en la calidad de un software [2], por ejemplo, un usuario exige mucho saber cómo una aplicación responde a lo que fue creado o como una aplicación es fácil para ser aprendida y utilizada.

1.2 Definición del problema

Qualitas Test Team, es una empresa dedicada al control y aseguramiento de calidad de software en organizaciones que utilizan y/o desarrollan software, cuenta con tres líneas de negocio: Pruebas de software, Consultoría, Entrenamiento y Capacitación. La empresa no cuenta con una metodología para realizar pruebas en dispositivos móviles, las cuales tienen como objetivo validar cuando el comportamiento observado en cada proceso del ciclo de vida cumple o no con sus especificaciones. Desde el punto de vista del cliente y los usuarios, la calidad de un producto de software es percibida principalmente por las fallas que encuentran en el producto y por la gravedad que éstas tienen para el negocio del cliente. Para ser competitivas, las empresas desarrolladoras de software necesitan asegurarse de la calidad de sus productos previo a su instalación en el ambiente del cliente.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Adaptar e implementar una guía metodológica sobre control y calidad en aplicaciones móviles que permita realizar pruebas sobre este tipo de aplicaciones según el estándar ISO 9241-11.

1.3.2 Objetivos específicos

- Generar una base conceptual fundamentada en información de pruebas y control de calidad en aplicaciones móviles.
- Adaptar el estándar ISO 9241-11 para realizar pruebas de usabilidad en aplicaciones móviles.
- Proponer e implementar una guía metodológica para realizar pruebas de usabilidad en aplicaciones móviles con fundamento en lo propuesto por el estándar ISO 9241-11
- Realizar pruebas con base a la guía propuesta en el laboratorio de usabilidad con el que cuenta la Institución sobre una App de amplio uso.

2. Metodología de investigación

El instrumento de evaluación de usabilidad en dispositivos móviles se ha propuesto en base a una síntesis y adaptación entre las cuatro características elementales propuestas por la norma ISO 9241-11:

- Usuarios.
- Tareas.
- Equipo.
- Entorno .

En conjunto con las referencias bibliográficas más reconocidas para la evaluación de aplicaciones móviles de la actualidad como soporte para tomar en cuenta, y los principales aspectos que son tendencia en la evaluación de aplicaciones móviles y estudios realizados en diversas universidades alrededor del mundo para cuantificar el nivel de usabilidad en medida de un producto software al interactuar con el usuario

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes teóricos

Norma ISO 9241-11

La ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). Quienes en conjunto trabajan en la preparación de las normas internacionales, normalmente, se realiza a través de los comités técnicos de ISO, en conjunto con CEN (Comité Europeo De Normalización). Aprobó la norma el día 5 de marzo de 1998 por los miembros de Comité que están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica, responsable de la normalización en el campo de la ingeniería electrotécnica.).

2.1.2 Antecedentes de campo

Hassan Montero, Francisco Javier Martín Fernández - Guía de Evaluación Heurística de Sitios Web [3]. Año de publicación: 2003 Criterios a evaluar:

- Aspectos Generales.
- Identidad e Información.
- Lenguaje y Redacción.
- Rotulado.
- Estructura y Navegación.
- Lay-Out de la Página.

- Búsqueda.
- Elementos Multimedia.
- Ayuda.
- Accesibilidad.
- Control y Retroalimentación.

Sandra Berenice Ruiz Eguino - Mejores Prácticas en Pruebas de Usabilidad para Web Móvil [4]. Año de publicación: 2014. Criterios a evaluar:

- Portabilidad.
- Interoperabilidad.
- Estética y diseño minimalista.
- Compatibilidad.
- Estructura y navegación.
- Control y Retroalimentación.
- Layout de la página.
- Congestión de red.
- Control y Retroalimentación.
- Entendibilidad y facilidad de Interacción.

2.2 Metodología de evaluación

La evaluación deberá seguir un orden específico para lograr que el usuario experimente con cada una de las tareas a realizar, y de esta manera logre tener una perspectiva individual de cada una de ellas, para posteriormente resolver las preguntas realizadas en general de la aplicación y la relación de los usuarios, equipo y entorno, con la interacción entre el usuario y la aplicación.

Los criterios de evaluación seleccionados son analizados detalladamente y se realiza una síntesis entre las referencias especificadas anteriormente y la norma ISO 9241-11. Como resultado se obtienen 36 criterios en total, los cuales son organizados de manera equitativa entre las 4 características propuestas por la misma norma como se especifica en la figura 1.

De manera que cada una de estas características cuenta con 9 criterios seleccionados de los antecedentes teóricos y de los antecedentes de campo referenciados anteriormente, y adaptados para evaluar los niveles de usabilidad en aplicaciones móviles con interfaces visuales de interacción con usuarios.

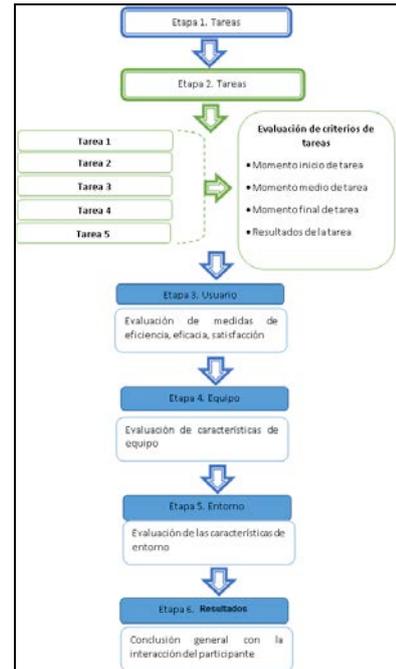


Figura 1. Metodología de evaluación.

Los criterios son contrastados según las medidas de usabilidad propuestas en la norma ISO 9241-11

- Eficiencia.
- Eficacia.
- Satisfacción.

3. Desarrollo de la prueba

3.1 Preparación del laboratorio

El laboratorio que será lugar de la evaluación del instrumento contará con un equipo de escritorio adecuado con un computador de mesa encargado de almacenar la información de las imágenes captadas por las tres cámaras ubicadas en 3 ángulos diferentes, un computador portátil que será utilizado para recolectar las respuestas del usuario participante sobre la interacción que tenga con la aplicación, información que estará siendo almacenada mediante la herramienta Google Drive en un cuestionario realizado de manera didáctica. También se hará uso de un computador portátil ubicado sobre un escritorio afuera del laboratorio conectado mediante la herramienta VNC para analizar en tiempo real la interacción de los usuarios y la investigación en

modalidad de investigación focus group, como se muestra en la figura 2.

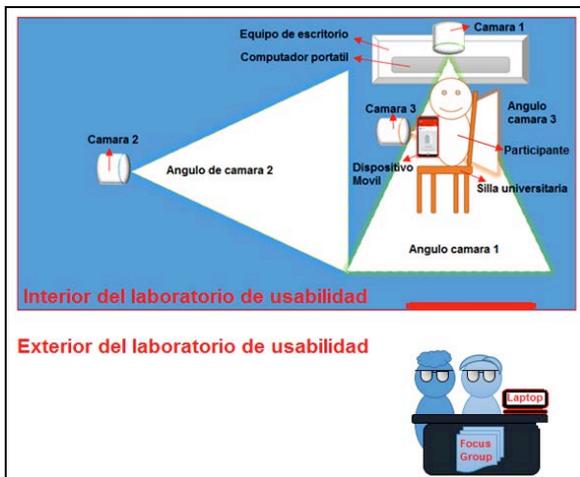


Figura 2. Preparación del laboratorio.

3.2 Especificación de recursos para la evaluación del material multimedia

El instrumento de evaluación permitirá detallar la expresión facial y posturas del participante al momento de interactuar con la aplicación, y por ello se debe tener una medida de referencia para lograr obtener conclusiones en relevancia con las medidas planteadas por los estándares de posturas y ergonomía en puestos de trabajo propuestos en la norma ISO 9241-6[5].

3.3 Especificación de Gesticulación facial

Para que el instrumento de evaluación pueda concordar con los objetivos de la usabilidad propuestas en base a las 4 características de la norma ISO 9241-11 será necesario detallar cada uno de los gestos del usuario participante y relacionarlo con las medidas de eficiencia eficacia y satisfacción, lo que permitirá determinar el nivel de usabilidad de la aplicación dividido en las 5 tareas especificadas.

De la naturaleza del ser humano se puede obtener información valiosa sobre las emociones que este experimenta a partir de los gestos faciales identificables en la figura 6. Dichas emociones se catalogan como el modelo emocional y consta de dos enfoques que son conocidos como enfoque categórico y enfoque dimensional.

3.4 Enfoque Categórico

El enfoque categórico consiste en varias emociones distintas que forman la base para todas las demás variaciones emocionales posibles, como la ira, el miedo, la tristeza, la felicidad y el enojo. Por lo que será necesario evaluar individualmente cada usuario para concluir con la reacción gestual que obtuvo al interactuar con la aplicación, y se deberá identificar dentro de una de las 6 expresiones faciales básicas publicadas por la Asociación Americana de Psicología[6].

- Felicidad.
- Sorpresa.
- Miedo.
- Disgusto.
- Enojo.
- Tristeza.

La Figura 3 muestra la proyección gestual de cada tipo de emociones humanas, que serán usadas como base para obtener conclusiones acerca de emoción experimentada en la interacción con la aplicación de cada participante, en tareas individuales de la aplicación [7].



Figura 3. Percepción acerca de las 6 expresiones faciales básicas [7].

3.6 Enfoque Dimensional

Las emociones son estados mentales que surgen acompañados de cambios fisiológicos. Se han presentado varias teorías acerca de las emociones. Una de ellas es la de Robert Plutchik quien reconoce ocho emociones primarias [8]. Las emociones secundarias serían combinaciones de las primarias.

Estas 8 emociones ayudan a transmitir un aspecto único de emoción humana y ambos proyectan la forma como se representan e interpretan dentro de la mente humana, lo que permitirá una mejor comprensión sobre los gestos realizados por cada usuario en la interacción individual

con cada aspecto de la tarea a realizar en la aplicación que será objeto de estudio [9].

- Alegría.
- Confianza.
- Miedo.
- Sorpresa.
- Tristeza.
- Aversión.
- Ira.
- Anticipación.

En medio de cada eje se encuentran emociones específicas o combinaciones de emociones internas en el ser humano como lo muestra la figura 4.

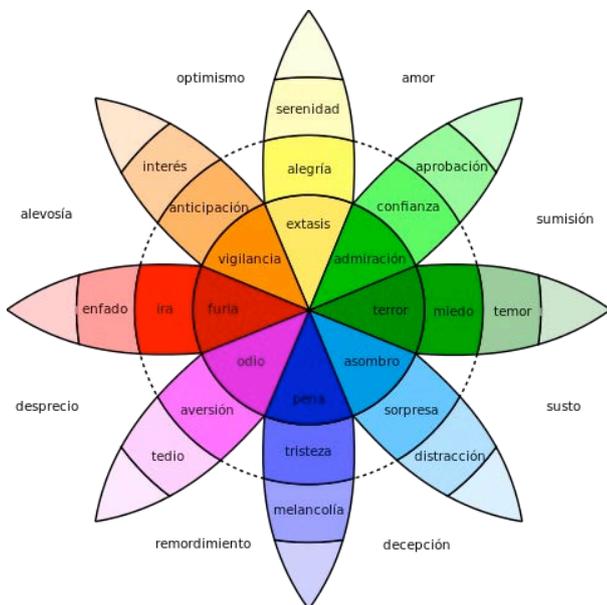


Figura 4. Enfoque Dimensional.

Modelo Circunflejo del ánimo [10].

Cada una de esas emociones, puede repercutir en las relaciones interpersonales de la persona en el momento en el que se experimenta dicha emoción, estas reacciones pueden ser de primer, segundo, y terciario grado según sea la cercanía de la persona con la cual se refiere [11].

3.7 Evaluación de posturas de usuario

La postura que el usuario presenta al momento de llevar a cabo la evaluación, será información valiosa para concluir sobre la interferencia de la interacción de una aplicación, para la posición corporal de una persona

asociado con posibles cansancios musculares por uso prolongado o estrés de tareas largas, tediosas y repetitivas de una aplicación. La figura 5 ilustra esta situación.

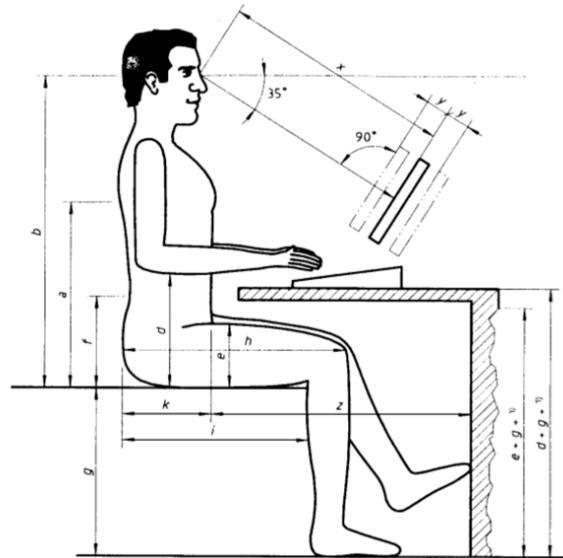


Figura 5. Dimensiones de un puesto de trabajo utilizando los datos antropométricos de la población de usuario potenciales (postura sentada) [12].

Siendo un dispositivo móvil manipulado en posición de sentado un participante debería mantener la postura óptima para prolongar el tiempo que necesita para realizar las tareas en dicho dispositivo, y evitar posturas que esfuercen músculos por tiempo prolongado como lo muestra la Figura 6 [13].

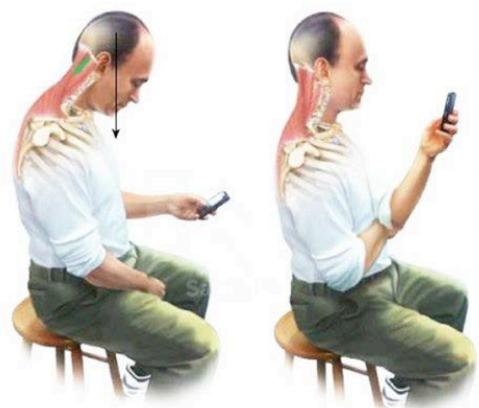


Figura 6. Fatiga muscular por uso de dispositivos móviles [13].

Existen varios modos para determinar las posturas de trabajo:

- Observación.
- Fotografías.
- Vídeos.
- Sistemas de medida tridimensionales:
 - Opto electrónicos.
 - Ultrasonidos.
- Dispositivos de medida acoplados al cuerpo:
 - Inclínómetros (instrumento usado por la topografía, por la aviación y por los navíos para medir la inclinación del plano con respecto de la horizontal).
 - Goniómetros (aparato en forma de semicírculo o círculo graduado en 180° o 360°, utilizado para medir o construir ángulos).

3.7.1 Inclinación de la cabeza

La inclinación de la cabeza será definida depende su grado de inclinación desde el eje del lóbulo de la oreja y la posición de los ojos, en base a las siguientes puntuaciones, como lo muestra la Figura 7.

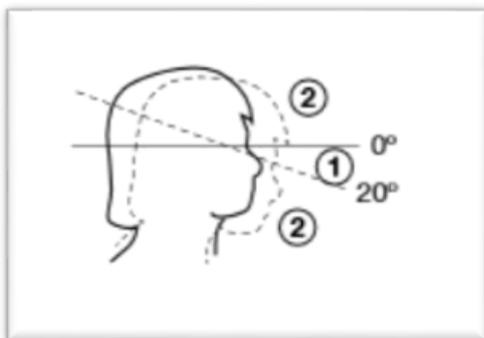


Figura 7. Criterios de evaluación para la inclinación de la cabeza.

3.7.2 Inclinación del tronco

El nivel de inclinación de la postura del tronco puede ser medido depende de dos ejes de referencia, uno ubicado en la parte superior del trocánter mayor que se encuentra situado en la extremidad superior o epífisis del fémur, y

el otro punto se ubica en la vértebra prominente, o en la séptima vértebra cervical (C7).

Su grado de inclinación desde la zona lumbar, será evaluado en base a las puntuaciones definidas en la figura 8.

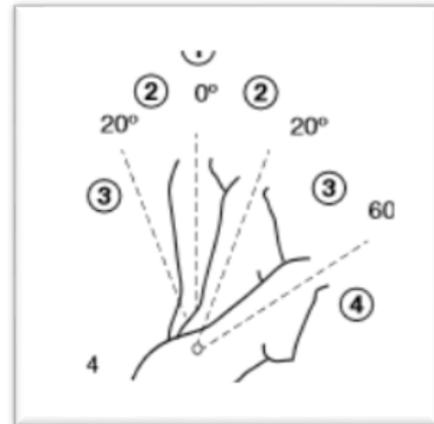


Figura 8. Inclinación del tronco.

4. Etapas de la evaluación

4.1 Etapa 1 - Información sobre la aplicación a evaluar

Se recolecta toda la información necesaria sobre elementos principales de una aplicación móvil.

- Nombre.
- Categoría.
- Recursos/ permisos.
- Tamaño.

4.2 Etapa 2 - Especificación de tareas de la aplicación

Se detallan una a una las tareas a realizar en la aplicación, de manera que la descripción de cada una de las tareas será objeto de prueba para cada usuario participante y realizar lo propuesto en la descripción será su objetivo.

Evaluación de tareas

Se evalúan una a una las tareas a realizar en la aplicación detalladas anteriormente, en relación a los criterios relacionados a la característica tareas como se define en la figura 9.

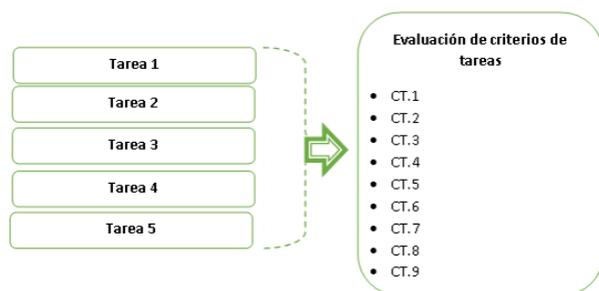


Figura 9. Evaluación de tareas.

4.3 Etapa 3 - Especificación de usuarios

Se realiza la especificación de los perfiles de participantes en base al segmento de población escogido para realizar la evaluación, para lograr conocer los niveles de usabilidad para distintos tipos de formación académica en los participantes seleccionados.

Evaluación de Usuario

Se realiza la evaluación a cada uno de los usuarios participantes en relación a los criterios seleccionados en relación la interacción que cada uno tuvo con las tareas especificadas anteriormente en la aplicación en relación a los elementos propios de conocimiento de una persona mencionada a continuación.

- Título.
- Edad.
- Género.
- Conocimiento sobre la aplicación a evaluar.
- Nivel de experiencia en dispositivos móviles.

4.4 Etapa 4 - Especificación de equipo

Se realiza la especificación las principales características físicas del dispositivo sobre el cual se realizará la evaluación. La guía puede ser aplicada de ser necesario para realizar comparaciones entre la respuesta de la aplicación ante diferentes dispositivos.

Evaluación de equipo

La característica equipos permite recolectar y evaluar información de la interacción que el usuario tiene con la

aplicación en relación al equipo sobre el cual se está ejecutando.

Para ello el usuario deberá ejecutar la aplicación de manera simultánea con otras aplicaciones que estén instaladas en el dispositivo o hacer uso de las funciones integradas como la cámara o reproductor de música, observar y analizar y responder las preguntas relacionadas en la característica equipo, en relación a los principales elementos propios de los dispositivos móviles.

- Modelo.
- Marca.
- Sistema operativo.
- Gama

4.5 Etapa 5 - Especificación de entorno

Esta especificación permite detallar los elementos de mayor relevancia a tener en cuenta en un entorno de trabajo o un ambiente cotidiano de uso como se muestra a continuación.

- Tipo de Espacio de trabajo.
- Intensidad Sonora (Decibeles).
- Temperatura.
- Clima.
- Descripción del espacio de trabajo.

La característica entorno permite evaluar los factores del medio en el que se encuentra el dispositivo y la relación con la interacción del usuario con la aplicación y en base a los criterios de evaluación de la característica entorno.

4.6 Etapa 6 - Evaluación de usabilidad

La evaluación general de usabilidad se realizará en base a las medidas propuestas por la norma ISO 9241-11 que propone 3 medidas eficiencia, eficacia y satisfacción en función de la usabilidad general de la característica y general para la aplicación evaluar.

La tabla 1 muestra la evaluación de las medidas de usabilidad, para lograr obtener el porcentaje de usabilidad de cada característica, tareas, de la aplicación en general.

Tabla 1. Evaluación de usabilidad.

EVALUACIÓN DE USABILIDAD			
Usabilidad global del producto	Medidas de eficacia	Medidas de eficiencia	Medidas de satisfacción
Objetivos de usabilidad	Numero de objetivos alcanzados.	Tiempo de realización de una tarea.	Dificultad percibida por el participante
Objetivos específicos alcanzar	Objetivos alcanzados	Tiempo de realización	Porcentaje de criterio: 11.11%
	Numero de Objetivos a alcanzar	Tiempo estimado para la tarea	Entendimiento del objetivo de la tarea
	Objetivos a alcanzar	Tiempo referencia	Porcentaje de criterio: 11.11%
	Porcentaje de objetivos alcanzados	Desviación de tiempo	Información sobre la tarea
	33.3%	33.3%	11.11%
Porcentaje de usabilidad de la tarea	Porcentaje de medida de eficiencia	Porcentaje de medida de eficacia	Porcentaje de medida de satisfacción
Porcentaje de la medida de usabilidad: 100%	Porcentaje de la medida de eficiencia: 33.3%	Porcentaje de la medida de eficacia: 33.3%	Porcentaje de la medida de satisfacción: 33.3%

Tabla 2. Resultados generales de la etapa 2.

RESULTADOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARTICIPANTES PARA LA ETAPA 2				
Participante	Nivel de usabilidad	Medida de eficiencia de la característica usuarios	Medida de eficacia de la característica usuarios	Medida de satisfacción de la característica usuarios
1	63.12%	26.4%	16.66%	20.06%
2	57.76%	26.66%	0%	31.1%
3	69.96%	26.66%	16.65%	26.65%
4	19.98%	0%	0%	19.98%
5	51.08%	26.66%	0%	24.42%
TOTAL	52.38%	21.27%	6.66%	24.44%

Análisis general de los datos recolectados en la etapa 2.

Resultados de usabilidad

Los resultados de los niveles de usabilidad de esta etapa en base a las medidas de usabilidad eficiencia eficacia y satisfacción son de:

- Usabilidad general de la etapa 2. Tareas: 52.38%.
- Medida de eficacia: 21.27%.
- Medida de eficiencia: 6.66%.
- Medida de satisfacción: 24.44%.

Tareas No realizadas con éxito

La información referente a las tareas que no fueron terminadas con éxito permite establecer los fallos en el diseño de la interacción entre los participantes y la aplicación, evidenciando en que tareas habría que realizar una retroalimentación, reanalizar el objetivo que persigue esa tarea y rediseñar la estructura, como también adicionar elementos que sirvan de guía a o ayuda al participante con el fin de concluir satisfactoriamente el objetivo. En concordancia con los lineamientos y metodologías para la usabilidad en sistemas de información, propuestos por el Ministerio de tecnologías de la información y las telecomunicaciones.

Las tareas en las que los participantes fracasaron al alcanzar el objetivo general son:

- Tarea 5. Suscripciones: 3 de 5 participantes no lograron terminar el objetivo de la tarea con éxito.
- Tarea 3. Listas de reproducción: 2 de 5 participantes no lograron terminar el objetivo de la tarea con éxito.
- Tarea 4. Mis videos: 1 de 5 participante no logro terminar la tarea con éxito.

5. Resultados de la evaluación

La figura 10 muestra los resultados obtenidos en cada una de las etapas de evaluación del instrumento de evaluación de usabilidad para aplicaciones en dispositivos móviles.

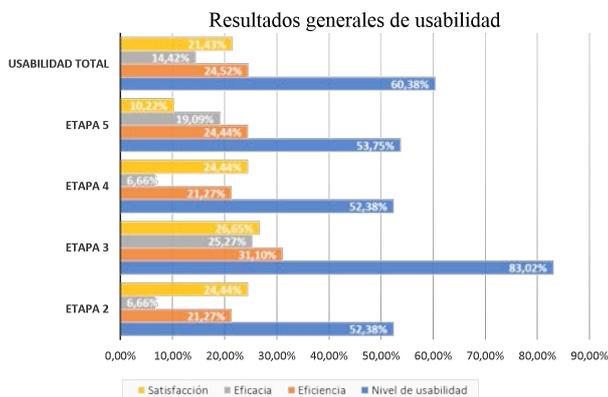


Figura 10. Resultados generales de usabilidad.

Descritas de manera individual de la siguiente manera.

Resultados de etapa 2

Los resultados de esta etapa se evidencian en la tabla 2.

A continuación, se presentará un análisis de la información recolectada en la etapa 2 de la evaluación, correspondiente a la característica de tareas.

Dificultad de las tareas de las tareas

De acuerdo con los lineamientos y metodologías para la evaluación de la usabilidad en sistemas de información propuestos por el Ministerio de tecnologías de la información y las telecomunicaciones, el nivel de dificultad experimentado por los participantes al interactuar con las tareas que componen a la aplicación, es una medida que permitirá identificar la jerarquía de complejidad en las tareas a realizar de la aplicación. Con el fin de controlar y reducir la complejidad de las tareas y simplificar los pasos para alcanzar los objetivos propuestos en cada una de ellas.

El nivel de dificultad experimentado por los participantes al interactuar con las tareas propuestas en la etapa 2 son:

Tarea 1: Baja dificultad.

Tarea 2: Baja dificultad.

Tarea 3: Dificultad media.

Tarea 4: Dificultad media- alta.

Tarea 5: Dificultad media-alta.

En base a esos resultados la tarea con mayor dificultad a realizar por los participantes son las tareas 5, y la tarea 4. Las tareas con mayor dificultad presentada, deberán ser analizadas individualmente para identificar que elementos de la estructura pueden ser mejorados.

Tiempo de respuesta de las tareas

El tiempo de respuesta es un factor que el participante percibe en la interacción con las tareas de la aplicación, lo cual indica que tareas son controladas en su tiempo de carga o si consumen un alto porcentaje de recursos del dispositivo. De manera que el equipo evaluador deberá analizar las tareas con un mayor tiempo de respuesta, con el fin de evitar errores de depuración o alto consumo de recursos.

El tiempo de respuesta de las tareas en la interacción con los participantes es el siguiente:

Tarea 1: Tiempo de respuesta medio.

Tarea 2: Tiempo de respuesta rápido.

Tarea 3: Tiempo de respuesta medio.

Tarea 4: Tiempo de respuesta medio.

Tarea 5: Tiempo de respuesta medio.

Número de fallos

Los fallos presentados en la aplicación en tiempo de ejecución son el principal factor que reduce la satisfacción en la interacción con los usuarios, y es la razón más frecuente por la cual aumenta el índice de deserción de los usuarios que usan la aplicación, debido al aumento en el nivel de frustración que el usuario tiene al no tener una respuesta de la tarea a realizar, como lo plantea Steve Krug en la segunda edición de sus aportes hechos la usabilidad web, titulado “No me hagas pensar”.

El número de fallos presentado por los participantes al realizar las tareas son:

Tarea 1: Entre 1 y 3 fallos en el uso de la tarea.

Tarea 2: Ningún uso fallido en la tarea.

Tarea 3: Entre 1 y 3 fallos en el uso de la tarea.

Tarea 4: Entre 4 y 7 fallos en el uso de la tarea.

Tarea 5: Entre 4y 7 fallos en el uso de la tarea.

En base a los resultados de mayores fallos en el uso de la aplicación presentados son las tareas 4, y la tarea 5. En base a estos resultados se puede establecer un factor que evidencia el número de intentos que realizan los participantes a la hora de conseguir el objetivo de las tareas interfiriendo con el uso adecuado de la aplicación y lo cual reducirá el nivel de comprensión en el objetivo de la tarea, es decir que la tarea que presente los mayores niveles de fallos presentados en el uso, tiene el menor índice de comprensión del objetivo y el participante podría no completar con éxito la tarea. Una vez identificadas las tareas con mayores niveles de fallos se debe generar una retroalimentación para introducir ayuda al usuario que le sirvan al participante como guía para terminar exitosamente el objetivo de la tarea y reducir los fallos en el uso de la aplicación

Entendimiento de los elementos multimedia

Los elementos multimedia presentados en la aplicación son elementos que reducen la carga de información que las tareas presentan, es decir, reducir la sobrecarga de texto y mostrar de manera visual la información que el usuario debe tener en cuenta al interactuar con la aplicación en las tareas que requieren información que el usuario deberá suministrar. Lo cual permitirá que el usuario pueda almacenar de una manera más didáctica la

información que se solicita y poder tener mayor entendimiento en el objetivo de las tareas a realizar en la aplicación. El nivel de los elementos multimedia presentados en las tareas son:

- Tarea 1:** Rápido entendimiento.
- Tarea 2:** Rápido entendimiento.
- Tarea 3:** Mediano entendimiento.
- Tarea 4:** Mediano entendimiento.
- Tarea 5:** Mediano entendimiento.

De los resultados obtenidos se puede establecer que la tarea con menor entendimiento de elementos multimedia son las tareas en las que mayor índice de dificultad presentaron, lo cual permite evidenciar que no es de total claridad la información audiovisual suministrada por la aplicación para alcanzar el objetivo de la tarea con éxito. Información que será relevante para determinar el entendimiento en la ubicación de elementos representados de manera multimedia ya que los participantes recordaron de mejor manera una imagen que represente algo referente a la interacción aplicación, que un texto estático.

Resultados de etapa 3

Los resultados de la etapa 3 se especifican en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados generales de la etapa 3.

RESULTADOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARTICIPANTES PARA LA ETAPA 3				
Participante	Nivel de usabilidad	Medida de eficiencia de la característica usuarios	Medida de eficacia de la característica usuarios	Medida de satisfacción de la característica usuarios
1	84.24%	33.33%	24.26%	26.65%
2	88.84%	33.33%	26.64%	28.87%
3	91.07%	33.33%	26.64%	31.1%
4	68.85%	22.22%	19.98%	26.65%
5	82.19%	33.33%	28.87%	19.99%
TOTAL	83.02%	31.1%	25.27%	26.65%

Análisis de los datos recolectados en la etapa 3.

Información referente a los datos recolectados en la etapa 3.

Resultados de usabilidad

Los resultados de los niveles de usabilidad de la etapa 3 en base a las medidas de usabilidad eficiencia eficacia y satisfacción son de:

- Usabilidad general de la etapa 2. Tareas: 83.02%.

- Medida de eficacia: 31.1%.
- Medida de eficiencia: 25.27%.
- Medida de satisfacción: 26.65%.

Comprensibilidad de la aplicación

Es la capacidad que tiene el instrumento de evaluación para identificar cómo se comporta la aplicación en un caso de uso particular con el fin de identificar los principales elementos a tener en cuenta en la interacción con los participantes.

Configuración de la aplicación

La mayoría de los participantes lograron configurar con éxito la aplicación para ajustarse con el fin a sus necesidades e interactuar en el mismo idioma y experimentaron un lenguaje claro por parte de las tareas a realizar en la aplicación. Se espera que la aplicación debe permitir ser operada de manera correcta para distintos tipos de usuarios.

Estructura y navegación.

El 60 % de los participantes experimentaron en su interacción con la aplicación un nivel de rápido entendimiento de la estructura y navegación, como también lograron un rápido aprendizaje en su uso con el fin de alcanzar los objetivos propuestos. Por lo que el 60% de los participantes lograron aprender su utilización o lograr habilidad para su manejo.

Diseño de la aplicación

Es la capacidad que tiene la aplicación para resultar atractiva para los participantes, en este caso para el 60% de los participantes la aplicación resultó ser atractiva en su diseño general.

Retroalimentación

El 80% de los participantes lograron obtener ayuda por parte de la aplicación de diversas maneras en casos de uso fallido de la aplicación.

Resultados de etapa 4

Los resultados de esta etapa se especifican en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados generales de la etapa 4.

RESULTADOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARTICIPANTES PARA LA ETAPA 4				
Participante	Nivel de usabilidad	Medida de eficiencia de la característica equipo	Medida de eficacia de la característica equipo	Medida de satisfacción de la característica equipo
1	62.2%	22.22%	28.87%	11.11%
2	71.09%	22.22%	26.65%	22.22%
3	73.31%	22.22%	28.87%	22.22%
4	37.76%	11.11%	15.54%	11.11%
5	84.42%	33.33%	28.87%	22.22%
TOTAL	52.38%	21.27%	6.66%	24.44%

Análisis de los datos recolectados en la etapa 4

Información referente a los datos recolectados en la etapa 4.

Resultados de usabilidad

Los resultados de los niveles de usabilidad de la etapa 3 en base a las medidas de usabilidad eficiencia eficacia y satisfacción son de:

- Usabilidad general de la etapa 2. Tareas: 52.38%.
- Medida de eficacia: 21.27%.
- Medida de eficiencia: 6.66%.
- Medida de satisfacción: 24.44%.

Funcionalidad de la aplicación

Es la capacidad que tiene la aplicación para proporcionar un correcto funcionamiento en el momento de la interacción con el usuario, con el fin de satisfacer sus necesidades explícitas e implícitas y lograr cumplir el objetivo que tienen las tareas a realizar según el estándar de calidad en productos software ISO/IEC 9126. En las interacciones relacionadas a los participantes de la prueba las tareas funcionaron y no existieron elementos en la estructura que indujeran a un error propio del funcionamiento interno de la aplicación.

Instalación de la aplicación

Es la capacidad de la aplicación de poder ser instalada sobre diferentes entornos y conservar su funcionalidad correctamente en diferentes sistemas operativos y características de tipo hardware según el estándar de calidad ISO/IEC 9126-1. La aplicación logro ser descargada e instalada sin problema alguno sobre la interacción con los participantes, lo cual muestra que no se produjeron errores de compatibilidad con el sistema

de operativo del dispositivo sobre el cual se realizó la evaluación.

Fiabilidad de la aplicación

Según el estándar de calidad ISO / IEC 9126-1, la fiabilidad de un producto software es la capacidad que tiene para mantener un nivel especificado de prestaciones de servicios al usuario, es decir mantener el funcionamiento correcto de la aplicación sin detenerse. La aplicación en tiempo de interacción con los participantes durante la evaluación no produjo ningún error de funcionamiento, lo cual indica que tiene un alto nivel de fiabilidad.

Interoperabilidad de la aplicación

Es la capacidad que tiene una aplicación o producto software para interactuar de manera correcta con otras aplicaciones o funciones del sistema en el dispositivo sobre el cual se está ejecutando según el estándar de calidad ISO / IEC 9126-1. La aplicación cuenta con opciones de interactuar con redes sociales y compartir su contenido, pero no permite seguir reproduciendo videos de manera continua en segundo plano, es decir que no interactúa simultáneamente con otras aplicaciones lo cual le da un nivel intermedio de interoperabilidad.

Resultados de etapa 5

Los datos obtenidos en esta etapa se describen en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados generales de la etapa 5.

RESULTADOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN DE LOS PARTICIPANTES PARA LA ETAPA 5				
Participante	Nivel de usabilidad	Medida de eficiencia de la característica entorno	Medida de eficacia de la característica entorno	Medida de satisfacción de la característica entorno
1	71.09%	22.22%	26.65%	22.22%
2	62.2%	33.33%	17.76%	11.11%
3	37.76%	22.22%	11.1%	4.44%
4	28.87%	11.11%	15.54%	2.22%
5	68.87%	33.33%	24.43%	11.11%
TOTAL	53.75%	24.44%	19.09%	10.22%

Análisis de los datos recolectados en la etapa 5.

Espacio de trabajo

En la especificación del entorno sobre el cual se llevó a cabo la aplicación de la guía metodológica de evaluación

de la usabilidad de la aplicación, se detallan los factores de que interfieren en la interacción con el usuario participante. Esos factores son el ruido del ambiente sobre el cual se está ejecutando la aplicación, el tipo de espacio de trabajo, la temperatura y el clima.

Estos factores son los principales elementos a considerar según los requisitos ambientales mencionados por la norma internacional española ISO 9241-6, quien cataloga los niveles de interferencia los requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización.

Los elementos anteriormente referenciados mostraron los siguientes resultados durante la aplicación de la guía:

- El 40% de los participantes experimento interferencia del brillo del entorno detallado en la tabla 59 durante la interacción de la aplicación.
- El 80 % de los participantes no experimentaron interferencia acústica en base al entorno especificado en la tabla 59.
- El 100% de los participantes no experimentaron aumento de temperatura del dispositivo en relación a entorno detallado en la tabla 59.

5. Conclusiones

- El desarrollo de una guía metodológica de evaluación para la usabilidad en base a las medidas propuestas por una norma internacional, ha permitido obtener elementos de un estándar y añadir nuevos conceptos, como también integrar nuevas herramientas para evaluar la interacción entre una aplicación móvil y los usuarios. Realizando una evaluación de una manera interactiva con un grupo de investigación mediante la modalidad de focus group y ayuda de material video grafico obtenido de tres ángulos diferentes en un laboratorio de usabilidad adaptado para capturar los momentos relevantes de cada tarea a realizar en una determinada aplicación.
- Para evaluar la usabilidad de una aplicación móvil es importante tener en cuenta aspectos externos que pueden llegar a tener relación en la interacción con el usuario, en este caso se realizó en base a 4 elementos fundamentales propuestos por la norma ISO 9241-11, usuarios, tareas, equipo y entorno. Es conveniente evaluar los elementos con medidas de la usabilidad propuestas en la misma norma, eficiencia, eficacia y satisfacción, con el fin de obtener valores basados en

estándares conocidos y datos más precisos e identificables.

- El nivel de usabilidad de la aplicación es de 60.08% lo cual indica que supero la mitad del promedio de la medida, también indica que hay una serie de aspectos que podrían mejorar para que ese nivel incremente en cuanto al uso de los usuarios.
- La postura de los usuarios es un factor a tener en cuenta al momento de analizar la interacción con las aplicaciones móviles, puesto que una mala postura en uso prolongado puede ocasionar cansancio o agotamiento sobre ciertas áreas del cuerpo y en niveles avanzados riesgos para el bienestar de las zonas afectadas.
- La gesticulación facial es una forma de evaluar las emociones que son producto de la interacción con la aplicación, obtener la reacción facial y analizar el grado de satisfacción que los usuarios pueden presentar frente a la respuesta obtenida por la aplicación.

6. Estudios futuros

- La guía de evaluación de usabilidad para aplicaciones en dispositivos móviles metricapps usability permite seguir incorporando elementos que tengan relevancia en el momento de interacción con los usuarios, como por ejemplo la realización de la evaluación en diferentes entornos que sean semejantes a los cuales los usuarios interactúan de manera real con una aplicación.
- Las posturas de los usuarios podrán ser evaluadas de manera técnica y relacionar las consecuencias de uso prolongado en el estado de salud y bienestar de los usuarios.
- El análisis de las emociones de los usuarios permite profundizar la evaluación de manera detallada la relación entre la respuesta de la aplicación y la emoción experimentada por cada usuario en la interacción.
- Para identificar los factores de tipo hardware que podrían tener relación con la usabilidad de la aplicación la guía permite realizar la evaluación sobre diferentes dispositivos móviles los cuales deberán ser especificados y detallados, con el fin de comparar los resultados obtenidos en los dispositivos.
- El material video gráfico obtenido sobre la interacción con la aplicación, permitirá obtener información sobre la postura de las manos de los participantes lo cual permitirá establecer nuevas

medidas para su postura óptima con el fin de operar una aplicación, que permita armonía entre su nivel y el tiempo de uso.

7. Referencias

- [1]. ISO14598-1 (1998) Evaluation of Software Products – General Guide. Information Technology.
- [2]. Gasca, M. Camargo, L. & Delgado, B. (2013) Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles.
- [3]. Hassan, Y., Fernández, F. J., & Iazza, G. (2004). Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información. Obtenido de Hipertext.net: <http://www.hipertext.net>
- [4]. Mantilla, M. C., Ariza, L. L., & Delgado, B. M. (27 de agosto de 2013). <http://revistas.udistrital.edu.co/>. Obtenido de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/articulo/view/6972/8646>
- [5]. Normalización, A. E. (1992). Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD) Parte 5. Madrid : AENOR.
- [6]. Andreu, A. J. (23 de febrero de 2016). [elinvestigadoriessanjuandelacruz.blogspot](http://elinvestigadoriessanjuandelacruz.blogspot.com). Obtenido de <http://elinvestigadoriessanjuandelacruz.blogspot.com.co/p/tecnologia-y-ciencia.html>
- [7]. American Psychological Association. (1 de septiembre de 2011). Perception of facial expressions differs across cultures. Obtenido de <http://www.apa.org/news/press/releases/2011/09/facial-expressions.aspx>: <http://www.apa.org/news/press/releases/2011/09/facial-expressions.aspx>
- [8]. Krug, S. (2006). No me hagas pensar. Madrid: Pearson Educación, SA.
- [9]. Artigas, S. (29 de 04 de 2016). Torres Burriel. Obtenido de <http://www.torresburriel.com/weblog/2016/04/29/como-planificar-un-test-de-usabilidad/>
- [10]. Camacho, J. E., & Rojas, J. A. (2016). Diseño de experiencia de usuario con base a las características de usabilidad según iso 25010:2011 aplicado a la página web IUnimayor. Popayan: Colegio Mayor del Cauca.
- [11]. Jakob Nielsen, H. L. (2000). Usabilidad prioridad en el diseño web.
- [12]. Merinero, J. A. (1997). visualización, Las normas Técnicas Iso 9241 y en 29241 sobre pantallas de. Centro Nacional de nuevas tecnologías.
- [13]. Solis, R. (2010). Inferencia de contexto en aplicaciones móviles. Lima: Instituto de Investigación Científica de la Universidad de Lima.

Sistema biométrico para control de acceso con doble validación

Biometric system for access control with double validation

Carlos Ignacio Torres-Londoño¹, Juan David Gallego-Giraldo², Andrés Felipe Garay-Flórez³

^{1,2,3}Programa Ingeniería de sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio, Grupo de Investigación GIPIS

¹ carlos.torreslo@campusucc.edu.co, ² juan.gallego@campusucc.edu.co, ³ andres.garay@campusucc.edu.co

Resumen— Las entidades de salud, tiene áreas de acceso restringido (morgue, quirófanos, etc.) y en algunos casos controlado, los accesos deben quedar registrados en bitácoras de quien ingresa y a qué hora, de ser posible también la hora de salida. El control de los accesos sirve, para evitar riesgos que pueden ir desde contagios, hasta mala manipulación de instrumentos o equipos médicos y pérdidas de información entre otros. ¿Cómo controlar el acceso del personal hacia las diferentes áreas en la clínica de la UCC? El control de accesos y las restricciones a las diferentes áreas de una clínica, son importantes y deben ser una política de la alta dirección; por esta razón desde la clínica de la UCC plantea con la facultad de ingeniería de la UCC el diseñar e implementar un sistemas de control que permita restringir el acceso a diferentes zonas de la clínica según las tareas y responsabilidades de cada miembro. El prototipo electrónico debe permitir la apertura de puertas mediante el uso de tecnología RFID, además del envío de tokens para confirmarla identidad, se desarrolla una aplicación informática para controlar los diferentes accesos a las áreas restringidas de la clínica generando la bitácora que muestra la hora de ingreso y la hora de salida. El sistema debe permitir según el área, el uso de una serie de medidas para el acceso a la misma, no todas las áreas deben tener el mismo nivel de acceso y no todos los usuarios deben poder acceder a todas las áreas.

Palabras claves— Control de acceso biometrico, computación ubicua, tarjetas inteligentes, Internet de las cosas.

Abstract— Health entities, have restricted access areas (morgue, operating theaters, etc.) and in some cases controlled, access must be recorded in logs of who enters and at what time, if possible also the time of departure. The control of the accesses serves, to avoid risks that can go from contagious diseases, to bad manipulation of instruments or medical equipment and losses of information among others. How to control the access of the personnel to the different areas in the clinic of the UCC? Access control and restrictions to different areas of a clinic are important and should be a policy of senior management; For this reason, from the UCC clinic, the UCC's engineering faculty proposes to design and implement a system of control that allows restricting access to different areas of the clinic according to the tasks and responsibilities of each member. The electronic prototype must allow the opening of doors using RFID technology, in addition to sending tokens to confirm identity, a computer application is developed to control the different accesses to the restricted areas of the clinic generating the logbook that shows the time of Income and the time of departure. The system should allow according to the area, the use of a series of measures for access to it, not all areas should have the same level of access and not all users should be able to access all areas.

Keywords— Biometrics (access control), ubiquitous computing, smart cards, internet of things

1. Introducción

El control de accesos y las restricciones a las diferentes áreas de una clínica, son especialmente importantes y deben ser una política de la alta dirección de la misma; por esta razón desde la clínica de la Universidad Cooperativa se plantea a la facultad de ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia el diseñar e implementar un sistemas de control que permita restringir el acceso a diferentes zonas de la clínica según

las tareas y responsabilidades de cada miembro de la clínica (Rol).

El sistema que se plantea debe tener una serie de factores que permita según el área, el uso de una serie de medidas para el acceso a la misma, no todas las áreas deben tener el mismo nivel de acceso y no todos los usuarios deben poder acceder a todas las áreas; se debe tener en cuenta que en una clínica el acceso a áreas restringidas puede conllevar una serie de factores de riesgo no solo para quien accede a ella sino también para el personal que se

encuentra dentro de esta área. Así es importante controlar en ciertas áreas la circulación de personas para evitar la contaminación cruzada y la transmisión de enfermedades, daños en equipos y manipulación no adecuada de los recursos médicos disponibles.

Desde el punto de vista ingenieril, el control de acceso cuenta con una serie de retos y herramientas que van a permitir desarrollar una base de datos para almacenar la información sobre las diferentes personas que acceden a un área, según el rol que desempeña la persona en el momento, también permite el uso de tecnologías basadas en el internet de las cosas que interactúan de una manera transparente (computación oblicua) con las personas permitiendo o restringiendo el acceso a ciertos espacios según los privilegios en el perfil de la persona y su rol.

Los sistemas de acceso deben ser fácilmente reprogramables y deben poder cambiar las configuraciones y restricciones a los diferentes perfiles y roles adaptándose en el menor tiempo posible, sin perder el historial generado sobre todos los accesos realizados por cada uno de los perfiles o roles, controlando e indicando incluso de ser posible el tiempo y tipo de acceso.

2. Materiales y métodos

2.1 Control de acceso basado en roles (RBAC)

Es una función de seguridad para controlar el acceso de usuarios a tareas que normalmente están restringidas al superusuario. Mediante la aplicación de atributos de seguridad a procesos y usuarios, RBAC puede dividir las capacidades de superusuario entre varios administradores. La gestión de derechos de procesos se implementa a través de privilegios. La gestión de derechos de usuarios se implementa a través de RBAC.[1], [2]

RBAC utiliza el principio de seguridad del privilegio mínimo. Privilegio mínimo significa que un usuario dispone exactamente de la cantidad de privilegios necesaria para realizar un trabajo. Los usuarios comunes tienen privilegios suficientes para utilizar sus aplicaciones, comprobar el estado de sus trabajos, imprimir archivos, crear archivos nuevos, etc. Las capacidades que van más allá de las capacidades de los usuarios comunes se agrupan en perfiles de derechos. Los usuarios que realizarán trabajos que requieren algunas de

las capacidades de superusuario asumen un rol que incluye el perfil de derechos adecuado.[3]

RBAC recopila las capacidades de superusuario en perfiles de derechos. Estos perfiles de derechos se asignan a cuentas de usuario especiales denominadas roles. Luego, un usuario puede asumir un rol para realizar un trabajo que requiere algunas de las capacidades de superusuario.[4]

En el modelo RBAC, el superusuario crea uno o más roles. Los roles se basan en perfiles de derechos. El superusuario luego asigna los roles a los usuarios en los que confía para realizar las tareas del rol. Los usuarios inician sesión con su nombre de usuario. Después del inicio de sesión, los usuarios asumen roles que pueden ejecutar comandos administrativos restringidos y herramientas de la interfaz gráfica de usuario (GUI).

2.2 Identificación por radio frecuencia

La identificación automática, es un grupo de tecnologías, que se emplean para ayudar a que las máquinas identifiquen distintas personas. En general la ID Automática se asocia con la captura automática de datos, identificar personas, objetos, captar información acerca de los mismos y de alguna manera introducir esta información en un ordenador sin tener que recurrir a que tengan que hacerlo de forma manual.

La Identificación por radio frecuencia o RFID, es un término genérico que permite definir tecnologías que emplean ondas radiales para identificar de manera automática a personas u objetos.

Los componentes que participan en la tecnología RFID son cuatro: las etiquetas, los lectores, el software que procesa la información y los programadores.

Lector/ Escritor RFID: se encarga de recibir la información emitida por las etiquetas y transferirla al middleware o subsistema de procesamiento de datos. Las partes del lector son: antena, transceptor y decodificador. Algunos lectores incorporan un módulo programador que les permite escribir información en las etiquetas, si éstas permiten la escritura.[5]

Se desarrolló un prototipo lector de tarjetas RFID basado en el módulo Wi-Fi ESP8266 en su variante ESP12-E el cual se comunica con un módulo RFID RC522 por medio del protocolo SPI, el control de la apertura de las puertas se realiza mediante un relé que es operado por el módulo Wi-Fi ESP12-E que activa y desactiva un electroimán permitiendo así el cierre y la apertura de las puertas. El

lector se comunica con la aplicación Web mediante el protocolo MQTT.



Figura 1. Prototipo Lector RFID WiFi.

2.3 MQTT

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT es un protocolo de mensajería basado en la publicación-suscripción TCP/IP sencillo y sumamente ligero. Se basa en el principio cliente/servidor.[6][7]

El servidor, llamado broker, recopila los datos que los publishers (los objetos comunicantes) le transmiten. Determinados datos recopilados por el broker se enviarán a determinados publishers que previamente así se lo hayan solicitado al broker.

El principio de intercambio se parece mucho al de Twitter. Los publishers envían los mensajes a un canal llamado topic. Los subscribers (suscriptores) pueden leer esos mensajes. Los topics (o canales de información) pueden estar distribuidos jerárquicamente de forma que se puedan seleccionar exactamente las informaciones que se desean.

Los mensajes enviados por los objetos comunicantes pueden ser de todo tipo pero no pueden superar los 256 Mb.[8]

2.4 Aplicación Web

Se desarrolló una aplicación web para el registro y control de los usuarios implementando los lenguajes de programación php , html5 , css3 y JavaScript. Los registros resultantes de las operaciones de ingreso y salida a las aéreas de la clínica son almacenados en una base de datos relacional PostgreSQL. El sistema de doble validación consiste en la implementación de un servicio web que comunica la aplicación principal con el

hardware lector RFID-WiFi y una aplicación móvil para Smartphones Android y iOS a la cual es enviado un token numérico de 4 dígitos. Los usuarios que requieren acceso a zonas donde deben autenticarse mediante validación doble han de contar con una tarjeta RFID y la aplicación móvil instalada en un Smartphone en la cual deberán estar logeados para recibir el código de autenticación.



Figura 2. Login aplicación Smartphone.

2.4.1 Servicios web

El término "servicios web" designa una tecnología que permite que las aplicaciones se comuniquen en una forma que no depende de la plataforma ni del lenguaje de programación. Un servicio web es una interfaz de software que describe un conjunto de operaciones a las cuales se puede acceder por la red a través de mensajería XML estandarizada. Usa protocolos basados en el lenguaje XML con el objetivo de describir una operación para ejecutar o datos para intercambiar con otro servicio

web. Un grupo de servicios web que interactúa de esa forma define la aplicación de un servicio web específico en una arquitectura orientada a servicios (SOA)[9]

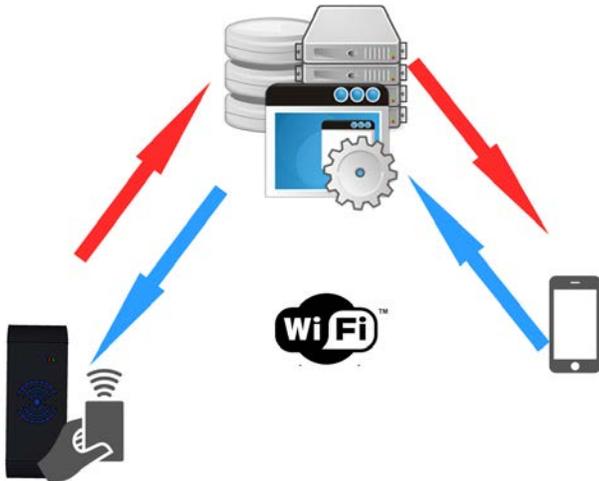


Figura 3. Arquitectura del Sistema. Fuente autores.



Figura 4. Pantalla de verificación de código.

2.5 SOAP y REST

SOAP es el acrónimo de “Simple Object Access Protocol” y es el protocolo que se oculta tras la tecnología que comúnmente denominamos “Web Services” o servicios web. SOAP es un protocolo extraordinariamente complejo pensado para dar soluciones a casi cualquier necesidad en lo que a comunicaciones se refiere, incluyendo aspectos avanzados de seguridad, transaccionalidad, mensajería asegurada y demás. Cuando salió SOAP se vivió una época dorada de los servicios web. Aunque las primeras implementaciones eran lo que se llamaban WS1.0 y no soportaban casi ningún escenario avanzado, todo el mundo pagaba el precio de usar SOAP, ya que parecía claro que era el estándar que dominaría el futuro. Con el tiempo salieron las especificaciones WS-* que daban soluciones avanzadas, pero a la vez que crecían las capacidades de SOAP, crecía su complejidad. Al final, los servicios web SOAP terminan siendo un monstruo con muchas capacidades pero que en la mayoría de los casos no necesitamos.[9], [10]

Por su parte REST es simple. REST no quiere dar soluciones para todo y por lo tanto no pagamos con una demasiada complejidad una potencia que quizá no vamos a necesitar.[11]

3. Conclusiones

- Actualmente en el mercado existen muchas herramientas, que cumplen con las tareas de un control de presencia, sin embargo no todas estas herramientas permiten la doble verificación.
- Para la implementación del control de acceso basado en roles RBAC, en forma física es necesario el compromiso participación y el respaldo de la alta gerencia.
- El uso de diferentes protocolos, en internet de las cosas como MQTT, permiten que los sistemas tengan estándares y se rigan por estos.

4. Referencias

- [1]. E. Bertino, “RBAC models - Concepts and trends,” *Comput. Secur.*, vol. 22, no. 6, pp. 511–514, 2003.
- [2]. S.-S. Tseng, H.-C. Chen, L.-L. Hu, and Y.-T. Lin, “CBR-based negotiation RBAC model for enhancing ubiquitous resources management,” *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 37, no. 1, pp. 1539–1550, Feb. 2017.
- [3]. S. Gusmeroli, S. Piccione, and D. Rotondi, “A capability-based security approach to manage access control in the

- Internet of Things,” *Math. Comput. Model.*, vol. 58, no. 5–6, pp. 1189–1205, Sep. 2013.
- [4]. M. Giordano, G. Polese, G. Scanniello, and G. Tortora, “A system for visual role-based policy modelling,” *J. Vis. Lang. Comput.*, vol. 21, no. 1, pp. 41–64, 2010.
- [5]. A. F. Márquez Arteaga, “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO RFID EN MATERIALES METÁLICOS.”
- [6]. OASIS Standard, “MQTT Version 3.1.1,” 2015.
- [7]. K. Chooruang and P. Mangkalakeeree, “Wireless Heart Rate Monitoring System using MQTT,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 86, pp. 160–163, 2016.
- [8]. S. Bonnet, “MQTT: un protocolo específico para el internet de las cosas | Digital Dimension,” 2015. [Online]. Available: <http://www.digitaldimension.solutions/es/blog-es/opinion-de-expertos/2015/02/mqtt-un-protocolo-especifico-para-el-internet-de-las-cosas/>. [Accessed: 15-May-2017].
- [9]. I. Ivanochko, M. Gregus, O. Urikova, and I. Alieksieiev, “Synergy of Services within SOA,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 58, no. Eusp, pp. 182–186, 2016.
- [10]. “IBM developerWorks en español : Introducción a SOA y servicios web.” [Online]. Available: <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/webservices/newto/service.html>. [Accessed: 15-May-2017].
- [11]. E. Tomàs, “Qué es REST,” 2014. [Online]. Available: <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-rest-caracteristicas-sistemas.html>. [Accessed: 15-May-2017].

Adoptar una política de seguridad de la información basados en un dominio del estándar NTC ISO/IEC 27002:2013 para la Cooperativa Codelcauca

Adopt an information security policy based on an NTC ISO / IEC 27002: 2013 standard for the Codelcauca Cooperative

Yiner Ramos¹, Orlando Urrutia², Dayner Ordoñez³, Alberto Bravo⁴

^{1,2,3,4}Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca

¹ramosyiner@unimayor.edu.co, ²urraorlando@unimayor.edu.co, ³dordonez@unimayor.edu.co, ⁴abravo@unimayor.edu.co

Resumen—El desarrollo del presente proyecto denominado “Adoptar una política de seguridad de la información basados en un dominio del estándar NTC ISO/IEC 27002:2013 para la cooperativa CODELCAUCA”, tiene como objetivo principal la adopción e implementación de políticas de seguridad de la información teniendo en cuenta la norma 27002:2013, las cuales servirán como guía para proporcionar herramientas que contribuyan a mejorar la gestión de la información obtenida, generada o procesada en CODELCAUCA., la política de seguridad facilitará la adopción de lineamientos necesarios para garantizar la seguridad de la información teniendo las directrices establecidas en los objetivos de control 5.1.1 y 5.1.2 relacionados con políticas de seguridad y sustentados en los objetivos de la empresa. Teniendo en cuenta este planteamiento se tendrá presente los procesos y procedimientos, como: registro de incidencias, respaldo de la información, registro de incidencias, respaldo de la información, mantenimiento de equipos y copias de seguridad. Para los cuales se partirá teniendo en cuenta los criterios relacionados con política de seguridad, gestión de activos, control de acceso, seguridad física y ambiental, seguridad relacionada con el personal, teniendo en cuenta los dominios establecidos en el anexo A de la NTC ISO/IEC 27001:2013. Finalmente hay que destacar que este trabajo se desarrolla entre la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca y el la Cooperativa Codelcauca, en un proceso de integración de la academia con el sector productivo de la ciudad de Popayán.

Palabras claves—Dominio, norma, objetivos de control, procesos, política de seguridad, activos informáticos, anexo A.

Abstract—The development of this project called "Adopting an information security policy based on a standard domain of NTC ISO/IEC 27002: 2013 standard for CODELCAUCA cooperative", has as main objective the adoption and implementation of information security policies having 27002: 2013, which will serve as a guide to provide tools that contribute to improve the management of information obtained, generated or processed in CODELCAUCA., The security policy will facilitate the adoption of guidelines necessary to guarantee the security of the Information having the guidelines established in the control objectives 5.1.1 and 5.1.2 related to security policies and sustained in the objectives of the company. Considering this approach will consider the processes and procedures, such as: record of incidents, backup of information, record of incidents, backup of information, maintenance of equipment and backups. For which it will be divided considering the criteria related to security policy, asset management, access control, physical and environmental security, personnel related security, considering the domains established in Annex A of the NTC ISO / IEC 27001: 2013. Finally, it should be noted that this work is carried out between the University Institution Colegio Mayor del Cauca and the Codelcauca Cooperative, in a process of integration of the academy with the productive sector of the city of Popayan.

Keywords— Domain, standard, control objectives, processes, security policy, Computer assets, Annex A.

1. Introducción

La seguridad de informática ha juega un papel importante en el desarrollo empresarial del momento, en tal sentido las empresas independientemente del tipo de servicio que ofrezcan a la sociedad tienen que salvaguardar su información y es en este punto en el cual la seguridad informática juega un papel importante. En este sentido la información no solo debe ser referido como un problema tecnológico, sino también organizativo y de gestión para afrontar las amenazas desde diferentes puntos de referencia en el cual la tecnología juega un papel importante, en este sentido la adopción e implementación de políticas de seguridad de la información en CODELCAUCA no solo es responsabilidad de algunas áreas, como por ejemplo la división de sistemas, sino que debe corresponder a un esfuerzo colectivo que involucre a toda la organización. De este modo el éxito de este proyecto del proyecto depende de la forma como se unan esfuerzos para mantener colectivamente la información, es decir de un esfuerzo corporativo.

Para alcanzar este propósito es importante ceñirse a una norma, que garantice el mantenimiento de la integridad de la información, la ISO 27002[1] proporciona los objetivos de control y controles aplicados a política de seguridad, seguridad de los recursos humanos, gestión de activos, seguridad física y ambiental entre otros dominios los cuales serán desarrollados en este documento.

En el propósito por mantener la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de la información, se pone nuevamente de manifiesto el compromiso de la corporación [2] y en consecuencia involucra a todos las dependencias que la constituyen, como son: la división de sistemas, talento humano, planeación, control interno, alta gerencia. Por consiguiente la seguridad de la información es un proceso que va desde la gestión de riesgo, el proceso de ingeniería de la seguridad, hasta el aseguramiento. Por lo que este proyecto se sustenta en las primeras etapas del ciclo de madurez del sistema en relación con el análisis de madurez de la seguridad informática en CODELCAUCA y hay que seguirlo desarrollando e impulsando para irlo mejorando y madurando.

Teniendo en cuenta lo anterior se puede decir que no hay un sistema 100% seguro. La seguridad de la información se sustenta en tres características

importantes [3] como son, la integridad, la confidencialidad y disponibilidad de la información., elementos sustanciales para el aseguramiento de la información en CODELCAUCA.

Para adoptar e implementar una política de seguridad de la información en una empresa como CODELCAUCA, es necesario partir de una evaluación obtenida de la aplicación de instrumentos como encuesta y entrevistas que nos proporcione información en relación como las diferentes dependencias participan para garantizar el aseguramiento de la información teniendo en cuenta la razón de ser de la empresa analizada en este caso. De manera general lo que se busca garantizar las políticas de seguridad a partir de los dominios definidos en el Anexo A teniendo en cuenta los dominios definidos para este caso y la aplicación de objetivos de control y controles definidos en la norma.

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado, es importante para una empresa del sector financiero como es CODELCAUCA, generar una dinámica para lograr un robusto sistema de información, el cual debe ser permanente revisado para garantizar el aseguramiento de este sistema de información, por lo que es de gran importancia aplicar los objetivos de control y controles relacionados con el mantenimiento de su sistema de información.

2. Planteamiento del problema

La cooperativa Codelcauca cuenta con un equipo humano, con una tecnología y unos activos que hoy en día almacenan, transportan y procesan información que facilitan la prestación del servicio en el sector financiero, para lo cual se manejan una gran cantidad de documentos, inherentes a lo establecido en su misión y visión, a través de los cuales se fortalecen día a día los procesos de negocio, entre los cuales se pueden mencionar informes presupuestales, contratos y e información financiera de sus clientes en las diferentes sedes de la misma.

Sin embargo está información puede ser afectada de alguna manera, es decir los activos informáticos, la seguridad física y ligada a los recursos humanos entre otras están sometidos a amenazas que van desde el fraude electrónico, hasta ataques de denegación de servicios, otros. Lo cual puede conllevar a que la información sea manipulada, suplantada, borrada y que de alguna u otra forma se afecte la legitimidad, prestigio

y el buen nombre de la empresa incluso, podría ocasionar serios inconvenientes legales.

Para contribuir en el proceso de aseguramiento de la información, se propone el proyecto “Diseño de una política de seguridad de la información basada en un dominio del estándar NTC ISO/IEC 27002:2013 que permite la creación de una política de seguridad que permitirá evitar y mitigar los posibles riesgos a los que pueden estar expuestos tanto los sistemas de información con los que cuenta la empresa, como los mismos datos y contribuir de esta manera a mantener la integridad de la misma.

3. Norma ISO/IEC 27002

El origen de la ISO/IEC 27000 que tiene como propósito proporcionar criterios y soporte orientado a garantizar la seguridad de la información, en el año 2002 se hizo la revisión de lo que en ese momento constituyó la ISO 27001 como norma que permite el aseguramiento, la confiabilidad y la integridad de datos e información y su procesamiento [4].

En 2007, se incorpora la ISO 27002, la cual se describe en términos de objetivos de control y controles aplicados a la seguridad de la información, la versión de esta norma en el año 2013 es la ISO/IEC 27002:2013, la cual está conformada por 35 objetivos de control 114 controles y 14 dominios [5].

La información como activo es de gran importancia para cualquier empresa y en nuestro caso particular para la empresa CODELCAUCA, por lo que es un objetivo de primer orden asegurar dicha información y de igual manera la tecnología utilizada en su procesamiento.

En este sentido este sentido se debe implantar en CODELCAUCA un sistema que permita la adecuada gestión, organización y aseguramiento de la información como un proceso cuidadoso, documentado y sustentado en objetivos de seguridad informática. en este proyecto se abordan directrices establecidos en los numerales 5.1 y 5.2 de la norma ISO 27002 relacionado con políticas de seguridad y relacionado con los objetivos de la empresa, al incluir procesos y procedimientos como registro de incidencias, respaldo de la información, mantenimiento de los equipos, restauración de copias de seguridad.

Esto permitió establecer un campo de acción sustentado en cinco dominios de la norma ISO/IEC 27002:2013,

como son política de seguridad, gestión de activos, control de acceso, seguridad física y ambiental y seguridad relacionado con el personal. El desarrollo del proyecto en este sentido se sustenta en la aplicación de instrumentos de medida como entrevista y encuesta aplicado a los empleados de la empresa y relacionados con la gestión, procesamiento y aseguramiento de la información.

4. Infraestructura tecnológica de Codelcauca [6]

CODELCAUCA, es una empresa de servicios financieros cuya oficina principal está ubicada en la ciudad de Popayán, además cuenta con sucursales en las ciudades del Bordo y Santander de Quilichao, estas sedes se comunican entre sí haciendo uso de una red y a través de la infraestructura de Internet, a través de dicha comunicación buscan mejorar en la prestación del servicio financiera en estas ciudades del departamento del Cauca. La figura 1, ilustra la topología de red de CODELCAUCA en la cual se indica cómo están conectadas las sedes del Bordo y Santander de Quilichao con la sede Popayán.

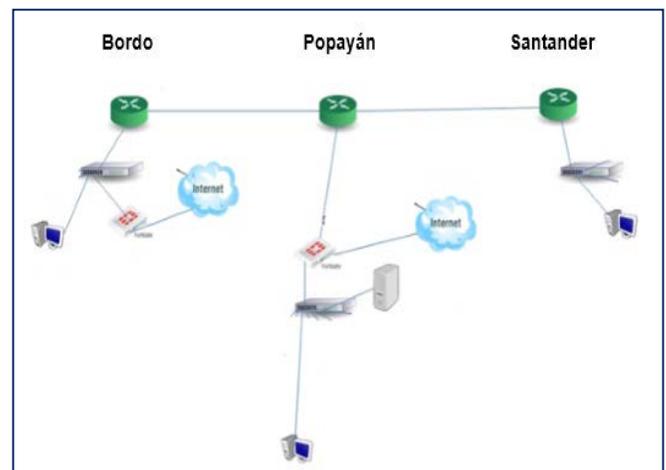


Figura 1. Mapa de red de CODELCAUCA.

Para una adecuada prestación de los servicios financieros CODELCAUCA cuenta con aplicaciones y herramientas software suministradas por un proveedor de internet, utilizando un servicio externo de Microsoft azure. La figura 2 relaciona las diferentes aplicaciones software utilizadas por esta empresa del sector financiero.

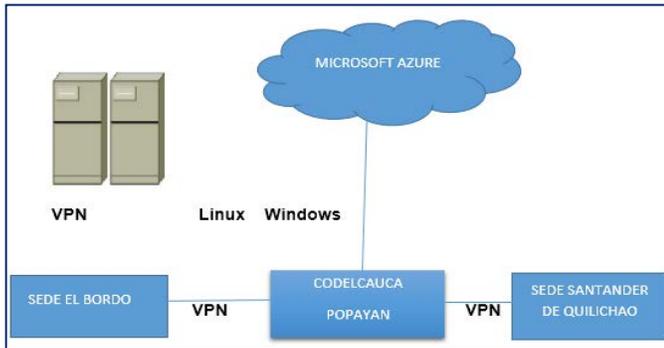


Figura 2. Servicio externo de servidores.

Para las actividades tecnológicas de comunicación y de la información, en su modelo de negocio utiliza la herramienta software denominada Linux software para el desarrollo de las actividades financieras. Una interfaz de la aplicación se ilustra en la siguiente figura 3.



Figura 3. Core bancario CODELCAUCA.

5. Adopción de la norma ISO/IEC 27002:2013

Para el análisis de los dominios definidos para trabajar en el desarrollo del proyecto se aplicaron entrevistas y encuestas para extraer la información necesaria y determinar la vulnerabilidad de la red de datos de

CODELCAUCA. Una vez obtenida dicha información realizo su procesamiento, el cual se indica más adelante en este documento.

En la implementación y adopción de la política de seguridad de la información en la empresa se involucró al jefe de la división de sistemas y 22 funcionarios más de diferentes dependencias que conforman el grupo de trabajo que interactúa y maneja información diariamente en sus diferentes puestos de trabajo.

La recolección de información es de vital importancia en la realización del proyecto del proyecto, teniendo en cuenta la revisión documental de la norma, encuestas, entrevistas, listas de chequeo como elementos de apoyo a la política de seguridad de la empresa CODELCAUCA y de esta forma contribuir en el mantenimiento e integridad de la información. De manera general la aplicación de los instrumentos de encuesta y entrevista se aplican al jefe del área de sistemas [7] y personal relacionado con el manejo de información para tener información relacionada con: política de seguridad, activos informáticos, control de acceso, seguridad física y ambiental y seguridad relacionada con el personal. Los cuales se describen muy rápidamente a continuación.

5.1 Política de seguridad

La política de seguridad plantea que los diferentes dominios son de vital importancia para mantener la integridad de la información y el desarrollo de un estudio completo implica la aplicación de todos los dominios, lo cual significa un gran esfuerzo administrativo por parte de la empresa, por esta razón se referencian algunos de los dominios relacionados en la norma, uno de ellos lo constituye el dominio 5, denominado políticas de seguridad es el que se adaptara en la empresa con los controles 5.1.1 y 5.1.2 los cuales orientaran las directrices relacionadas con la seguridad de la información asignadas a una normatividad, legislación y controles de la empresa.

El propósito del objetivo de control del dominio 5 de la NTC ISO/IEC 27002:2013, es establecer directrices de la dirección en relación con la seguridad de la información y con base en ello contribuir a la alta dirección en la implementación de políticas de seguridad y el compromiso para su desarrollo adopción en la empresa.

Se busca a través de este instrumento conocer la percepción del área de sistemas en relación con el uso

de procedimientos, controles, normas y estándares de seguridad para mantener la integridad de la información en la empresa. Se aplica al jefe de sistemas.

5.2 Activos informáticos

Los activos informáticos corresponden a todos los elementos que componen el proceso de comunicación, es decir comprende la información, el emisor, el medio de transmisión y el receptor. En una forma detallada además de la información comprende los elementos hardware, software, la organización y las personas que la utilizan. Comprende los elementos esenciales para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema informática.

Los activos informáticos hardware, comprenden la infraestructura., el cableado de red, los equipos de cómputo y los servidores, además los componentes relacionados con el software comprenden sistemas operativos, aplicaciones, programas de cómputo y por último la información que corresponde a bases de datos, paquetes de información, copias de información y claves.

Teniendo en cuenta los elementos que involucra se considera de vital importancia la evaluación de los activos informáticos ya que en general no corresponde simplemente a evaluar los recursos hardware y software desde el punto de vista de su utilización, sino en hacer un análisis general de todos los componentes que facilitan el acceso a la información y permiten mantener la integridad de la misma tanto a nivel físico, como lógico. Es decir comprende los recursos necesarios para garantizar el aseguramiento de la calidad de la información en CODELCAUCA.

5.3 Control de acceso [8]

El control de acceso tiene como objetivo permitir el acceso a la información, en este sentido relaciona acceso a las aplicaciones, privilegios, contraseñas y documentación.

Para garantizar el acceso a la información no solamente se requiere contar con una política que garantice un acceso seguro a la información, que facilita registro usuarios para acceder a los distintos servicios de red y de esta forma tener un control en con los registros de usuario.

Para garantizar un adecuado registro de usuario se debe partir de una adecuada gestión de usuarios, a partir del cual se genere una dinámica para el registro de usuarios,

para la gestión de privilegios de usuario y claves de acceso, para la asignación de responsabilidades de usuario, de derechos de acceso, acceso a la red y políticas para garantizar un acceso responsable a los recursos del sistema de información.

En relación con la política control de acceso se aplicó un instrumento al jefe del área de sistemas de la empresa, con base en el cual se observa que tan robusto es la política relacionada con control de acceso.

5.4 Seguridad relacionada con el personal

La seguridad física debe ser referida como un sistema informático, y por lo tanto se debe generar la dinámica que permita salvaguardar la información relacionada con acceso no autorizado a cuarto de servidores o aplicaciones que deben ser solamente accedidas a personal autorizado [9].

En este sentido las funciones y obligaciones de cada una de las personas con acceso a datos de carácter personal y privado, así como a los sistemas de información estarán claramente definidas y documentadas de acuerdo a lo establecido en un documento físico. El responsable de un fichero deberá adoptar medidas necesarias para que el personal conozca las normas de seguridad que afecten al desarrollo de las funciones así como las consecuencias que pudiera ocurrir en caso de incumplimiento.

Debe existir una correcta concienciación y formación de los usuarios que tengan acceso a los datos personales o privados, haciéndolos conocedores de la importancia y seriedad de la normativa y formándolos sobre funciones, obligaciones y normas que se debe cumplir.

5.5 Seguridad física y del entorno

Corresponde al dominio 9 de la norma, establece áreas seguras, y seguridad en equipos, y establece criterios para garantizar la seguridad y protección del sistema informático [10]. Para garantizar esta seguridad, se consideran diferentes aspectos, como los que se describen a continuación:

- **Acceso físico a copias de seguridad**

El área de gestión tecnológica está conformada esta por cuatro personas el técnico programador, la persona de prestación de servicios, un pasante y una persona de contabilidad, lo que hace vulnerable al acceso físico a

las copias de seguridad u otros.

- **Almacenamiento de información**

La información de los usuarios críticos se guarda en unidades de red en una o varios dominios, haciendo vulnerable el acceso a la misma, pero estos accesos están limitados ya que existen carpetas compartidas en la red a la cual no se puede tener acceso, ya sea por privilegios, o no encuentre encendido un computador en especial.

- **Cuarto de servidores**

A los cuales solo tiene acceso el personal del área de gestión tecnológica, para realizar mantenimientos o instalaciones eléctricas, cableado, etc. El personal de mantenimiento de la empresa permanece, en algunas ocasiones, sin supervisión del área de gestión tecnológica en el cuarto de servidores.

- **Factores ambientales**

Se tiene accesorios de seguridad tales como un extintor de fuego esto se basa en la protección industrial, ya que las ventanas son de madera, las paredes son de cemento lo que da estabilidad a la estructura.

En el área de gestión tecnológica, cuarto de servidores y cuarto del rack de switches se tiene el peligro de un incendio y de cualquier inundación ya que las ventanas son de madera y a su vez se encuentran dañadas sin vidrio y quebradas es muy fácil de prender y la expansión de fuego es muy rápida y de que el agua de lluvia entre de cualquier forma.

6. Procedimientos considerados

Para definir una política de seguridad se tienen en cuenta procedimientos de registro de incidencias, respaldo de información, mantenimiento de equipos, restauración de copias de seguridad. Además la división de sistemas proporciona información en relación con la existencia de formatos que incluyen algunas tareas específicas del área de sistemas estos están relacionados con tareas como: mantenimiento correctivo de equipos de cómputo, administración de usuarios y cuentas de correo, inventario de equipos de cómputo, de servidores, hardware y software, de infraestructura de

red, seguridad de la información y control de copias de seguridad.

7. Aplicación de Instrumentos

La base sustancial de esta propuesta es la aplicación de la política de seguridad de la información teniendo en cuenta lo planteado en los numerales 5.1.1 y 5.1.2 de la ISO/IEC 27002:2013, desde los cuales se dan directrices de seguridad de la información sujeta a normativas y controles propios que definirá la empresa, alrededor de la cual se establecen algunos puntos de referencia como son: la administración del sistema, privilegios de personal,

7.1 Gestión de activos

Gestión en sistemas de información es de suma importancia contar con tecnología que permita desarrollar diferentes actividades para el cumplimiento de los objetivos corporativos para lo se debe disponer de unos adecuados dispositivos de hardware y software que son el soporte del funcionamiento y procesamiento de la información.

7.2 Control de acceso

Los empleados deben utilizar adecuadamente la información o recursos y servicios informáticos haciendo un correcto uso de los mismos, accediendo de manera responsable a las cuentas de acceso que le permitan realizar de manera eficiente las actividades asignadas.

7.3 Seguridad física y del entorno

Este instrumento se aplica al administrador del sistema y busca su percepción en relación con el conocimiento del área de sistemas y el cumplimiento de lineamientos para cumplirla teniendo en cuenta la política de seguridad de la información. Se tiene en cuenta elementos como el almacenamiento de información, acceso del personal al área del servidor, la estructura física del área de sistemas, sistemas de alarma y protección, protección del ambiente informático.

7.4 Seguridad relacionada con el personal

El talento humano juega un papel importante con el desarrollo de las actividades misionales de Codelcauca, en este compromiso no solo la alta dirección, sino todos los trabajadores de la empresa deben contribuir desde

sus puestos de trabajo y su compromiso con la empresa para mantener el un sistema de comunicación seguro y que por ende proporcione una buena calidad del servicio al usuario final.

8. Resultados

Se aplican instrumentos tanto al administrador de la red como al personal involucrado en el manejo de la información en relación a política de seguridad dominio 5 y la aplicación de los aspectos 5.1 y 5.2. Además se consideran otros dominios como activos informáticos, control de acceso, seguridad relacionada con el personal, seguridad física y ambiental, entre otros aspectos.

Las preguntas se realizaron de acuerdo a los dominios considerados para su estudio con sus respectivos controles, con base en ello se evalúa el nivel de conocimiento sobre seguridad de la información. A continuación a manera de ejemplo se han tomado unas preguntas.

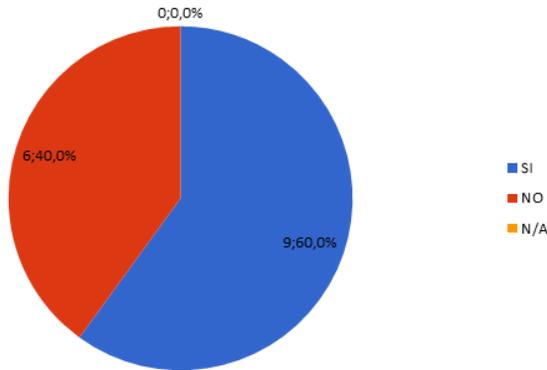


Gráfico 1. Evaluación de activos.

La evaluación de activos entrevista que se hizo al jefe de área de sistemas evidencia un conocimiento aceptable sobre los activos que posee la empresa donde se genera, se procesa y se crea información (gráfico 1). En relación con el conocimiento relacionado con seguridad del personal se observa un nivel de conocimiento del 46.8%, frente a un 45.5 % de desconocimiento y un 7.6% no aplica, esta información se observa en la siguiente gráfica (gráfico 2).

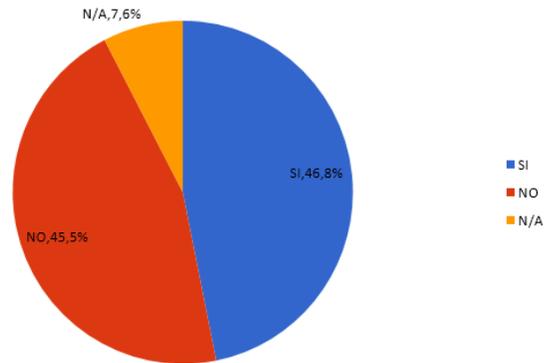


Gráfico 2. Evaluación de seguridad relacionada con el personal.

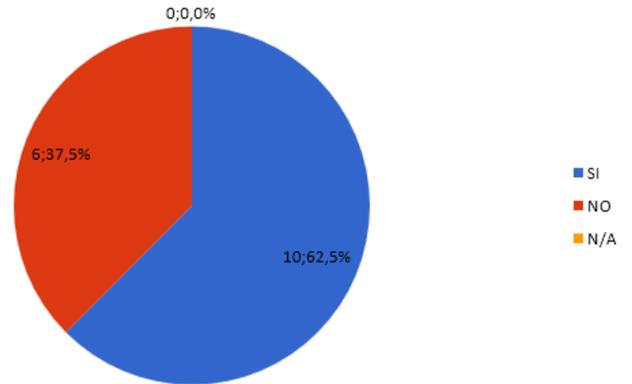


Gráfico 3 evaluación de política de seguridad

La evaluación de política de seguridad se realiza mediante entrevista aplicada al jefe de sistemas evidencia un conocimiento aceptable sobre política de seguridad de la información, tal como se indica en la siguiente gráfica (gráfico 3).

9. Conclusiones

La información es un activo esencial para Codelcauca, que debe ser protegida adecuadamente, pues actualmente el sector de los negocios está cada vez más interconectado y debido a esto la información está cada vez más expuesta a factores externos que afectan la integridad de la misma sea cual sea la forma en que se maneje los datos. La seguridad de la información se obtiene a través de la implementación de un conjunto adecuado de controles; donde se incluyan políticas,

procedimientos, estructuras organizacionales y funciones software y hardware.

Todas las áreas que manejan información sensible deben conocer sus responsabilidades en el manejo de la misma, para garantizar la debida protección de los datos con lineamientos que se adapten a las necesidades de la empresa.

Las directrices para adoptar una política de seguridad deben estar sujetas a una normatividad vigente que garantice su debida aplicación dentro de los lineamientos manejados por la empresa contando con un alto nivel de compromiso para llevar a buen término los objetivos de negocio propuestos para garantizar la protección de la información.

10. Referencias

- [1] ISO 27000 Standars, «THE ISO 27000 DIRECTORY,» ISO 27000, [En línea]. Available:]<http://www.27000.org/iso-27002.htm>. [Último acceso: 20 I 2017].
- [2] ISO, «ISO/IEC 27002:2013,» ISO/IEC 27002:2013, [En línea]. Available: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:27002:ed-2:v1:en>. [Último acceso: 15 I 2017].
- [3] T. Bradanovic, «Conceptos Básicos de Seguridad Informática,» [En línea]. Available: <http://www.bradanovic.cl/pcasual/ayuda3.html>. [Último acceso: 15 Dic 2016].
- [4] ISO, [En línea]. Available: <https://www.isotools.org/normas/riesgos-y-seguridad/iso-27001/>. [Último acceso: 12 2 2017].
- [5] ISO, «CONTROLES DE ISO/IEC 27002,» [En línea]. Available: <http://www.iso27000.es/download/ControlesISO27002-2005.pdf>. [Último acceso: 12 03 2017].
- [6] Codelcauca, «Codelcauca,» Codelcauca, 2016. [En línea]. Available: <http://codelcauca.com.co/>. [Último acceso: 10 03 2017].
- [7] Guatewireless, «Tareas y Responsabilidades del administrador del sistema,» [En línea]. Available: <http://www.guatewireless.org/articulos/tareas-y-responsabilidades-del-administrador-del-sistema.html>. [Último acceso: 25 03 2017].
- [8] Panda, «Glosario,» [En línea]. Available: <http://www.pandasecurity.com/spain/homeusers/security-info/glossary/>. [Último acceso: 30 03 2017].
- [9] ISO 27000, «ISO 27000,» [En línea]. Available: <http://www.iso27000.es/sgsi.html>. [Último acceso: 10 04 2017].
- [10] «ISO 27002,» [En línea]. Available:] <https://iso27002.wiki.zoho.com/09SeguridadF%C3%ADsicayEntorno.html>. [Último acceso: 20 04 2017].

Uso de la Realidad Aumentada en la enseñanza-aprendizaje de ciencias naturales

Use of Augmented Reality in teaching-learning natural sciences

, Lilia Muñoz¹, Reyes Montenegro², Baltazar Aparicio³

^{1,2} Grupo de Investigación en Tecnologías Computacionales Emergentes, Universidad Tecnológica de Panamá

³ Universidad Autónoma de Chiriquí

¹ lilia.munoz@utp.ac.pa, ² reyes.montenegro@utpac.pa, ³ baltazar.aparicio@unachi.ac.pa

Resumen—Las Tecnologías de Información y Comunicación han avanzado considerablemente en los últimos años, lo que ha permitido generar formas innovadoras para mediar el conocimiento. El uso de dispositivos móviles y la Realidad Aumentada en el aula de clases es un reto para la educación. La Realidad Aumentada es una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado con información adicional generada por el computador. En los últimos años el desarrollo de esta tecnología en el ámbito educativo ha tomado gran auge, por lo que se han empezado a introducir en algunas disciplinas. En este artículo se presentan los resultados del desarrollo de una aplicación con Realidad Aumentada, que permite apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje de ciencias naturales, en este caso en particular la enseñanza y conservación de sitios naturales. El producto resultante fue evaluado por estudiantes de tercer grado, obteniendo excelentes resultados.

Palabras claves— Aprendizaje, Educación, Realidad Aumentada, Ciencias Naturales

Abstract—The Information and Communication Technologies have advanced considerably in the last years, which has allowed to generate innovative ways to mediate the knowledge. Using mobile devices and Augmented Reality in the classroom is a challenge for education. Augmented Reality is a technology that complements the perception and interaction with the real world and allows the user to be in an increased real environment with additional information generated by the computer. In the last years the development of this technology in the educational field has taken a great rise, reason why they have begun to introduce in some disciplines. This article presents the results of the development of an application with Reality Increase, which allows to support the teaching-learning process of natural sciences, in this case in particular the teaching and conservation of natural sites. The resulting product was evaluated by third grade students, obtaining excellent results.

Keywords— Learning, Education, Augmented Reality, Natural Sciences

1. Introducción

Con el pasar de los años la tecnología ha venido creciendo a tal punto que nuestras vidas cambian en torno a la forma de comunicarnos, relacionarnos con los demás e incluso la manera de interactuar con el medio en donde nos encontremos. Algunas tecnologías utilizadas con gran auge son los dispositivos móviles y la Realidad Aumentada (RA), los cuales permiten crear contenidos educativos capaces de apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje. El concepto de RA nos lleva directamente hacia ese camino, debido a su relación con la tecnología y la forma en que la misma puede enriquecer esa percepción de la realidad, potenciando cada uno de nuestros sentidos, en donde la información

del mundo real se complementa junto a la del mundo digital.

Cuando hablamos de RA hacemos referencia a una disciplina que viene usándose en muchas áreas, atribuyendo su término al investigador Tom Caudell [1], aunque a partir de los años 60, ya se venían desarrollando interfaces, las cuales introducían conceptos de RA, ofreciéndonos así una infinidad de nuevas posibilidades de interacción, haciéndose presente en diferentes ámbitos. Existe una gran diversidad de aplicaciones que se pueden relacionar o establecer dentro de esta categoría mencionando algunas como: turismo, publicidad, aplicaciones industriales,

dispositivos de navegación, arquitectura, simulación, entretenimiento y educación.

Los proyectos etiquetados como RA no han parado de crecer en los últimos años. Existen multitud de definiciones de la RA y todas aportan algo interesante a la caracterización de este tipo de tecnología. Ronald Azuma [2], codificó las diferentes características que permiten su definición y diferenciación de la Realidad Virtual. Azuma consideró la RA como aquella que permite al usuario ver en todo momento el mundo real, al que se le superponen objetos virtuales coexistiendo ambos en el mismo espacio. Por su parte, Estebanell [3] indica que las tecnologías en dispositivos móviles superan la limitación del tiempo y del espacio en los entornos de aprendizaje, pero además añaden que las aplicaciones de RA no solo responden a este tipo de exigencia si no que la amplían de manera significativa al ofrecer información situada, contextualizada, desde el lugar y en el momento que el consumidor la precisa. González en [4] da otras tres razones para apostar por la RA: a) Posibilita contenidos didácticos que son inviables de otro modo. b) Ayuda a que exista una continuidad en el hogar. c) Aporta interactividad, experimentación, juego, colaboración.

El propósito de este proyecto consiste en un enfoque educativo, desarrollando una aplicación móvil para la enseñanza y conservación de sitios naturales de la provincia de Chiriquí, República de Panamá, permitiendo así a estudiantes de primaria en escuelas rurales obtener un enriquecido aprendizaje y conocer sobre la conservación de estos sitios, brindándoles nuevas tecnologías dentro de su entorno educacional, a través de la implementación de RA. Se eligió este escenario de estudio principalmente por la problemática existente en cuanto a la conservación del medio ambiente y por la necesidad de concientizar a las personas en etapas tempranas del cuidado del mismo. En este sentido, la materia Ciencias Naturales es buen eje para el desarrollo del proyecto, por el contenido que presenta.

El artículo está estructurado de la siguiente manera: en la sección 2 se presenta el trabajo relacionado con respecto al tema de estudio. La sección 3 muestra los métodos y materiales. Mientras que en la sección 4 se presentan los resultados obtenidos y la evaluación de la aplicación desarrollada. Finalmente se describen las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Trabajo relacionado

En los últimos años, la RA ha aparecido con gran fuerza dentro de este contexto, ya que ofrece grandes posibilidades por su atractivo y capacidad de insertar objetos virtuales en un espacio real.

Una de las experiencias más recurrentes han sido aquellas basadas en la metáfora del libro aumentado, empleada sobre todo en aplicaciones relacionadas con entornos educativos. Así, a partir de un marcador impreso en una de las páginas, es posible acceder a información adicional mediante gráficos 3D, que muestran figuras virtuales que aparecen sobre las páginas del libro y que se visualizan a través de la pantalla de un simple computador con una *Webcam*. Uno de los primeros ensayos, fue desarrollado por el *Human Interface Technology Laboratory* de la Universidad de Washington, que presentó el denominado *Magic Book*, que mostraba el valor didáctico de esta tecnología y el gran atractivo que supone en contextos educacionales [5]. Por su parte, el proyecto de la empresa *VirtualWare* pretendía fomentar la utilización de materiales didácticos digitales para la materia de Conocimiento del Medio del tercer ciclo de educación primaria, para ser utilizados en el aula con el uso de los nuevos recursos docentes de reciente implantación, como son las pizarras digitales y computadoras portátiles [6]. Álvarez, et al. [7], utilizan la tecnología de RA para implementar un recurso para la enseñanza de Matemáticas y Ciencias Naturales. Su aplicación usa una cámara infrarroja para leer la superficie tridimensional de la arena y después dibujar sobre ella curvas de nivel y cuerpos de agua que se transforman cuando el usuario interactúa con la arena.

Por otro lado, en Panamá se ha venido incorporando la RA en algunos contextos, como por ejemplo; en el 2013 se desarrolla “RA en la cinta costera”, que consistió en un *tótem* interactivo, permitiendo a los usuarios seleccionar y visualizar diferentes partes de la cinta costera en 3D [8], otro de los proyectos, en el año 2015, fue “El Canal de Panamá en 3D y RA”, información obtenida de [9], enfocada en el tercer juego de esclusas del Canal de Panamá, que proporciona un folleto interactivo, el mismo se activa con la aplicación *Aurasma* que se puede instalar en *tablets* y *smartphones*, gracias a que conecta y combina la realidad física con la virtual. El folleto muestra vídeos sobre los aspectos más relevantes de la mayor obra de ingeniería civil del mundo y 3D animados con las enormes magnitudes del proyecto (dragado, excavado, hormigón y acero) y un 3D 360° que permite acercarse,

alejarse, girar, entre otras funciones. Sin embargo, a pesar de todo este desarrollo en Panamá, es poco lo que se ha logrado en el ámbito educativo.

3. Métodos y materiales

En la última década, el uso de las TIC en la sociedad ha avanzado de forma progresiva y con resultados satisfactorios. Una de las áreas donde estas tecnologías están revolucionando el concepto clásico se sitúa en el área educativa. En este sentido, una de las tecnologías que puede suponer una innovación en las aulas es la RA. Esta técnica permite integrar modelos virtuales 3D a la realidad física mediante un dispositivo y un computador [10]. A continuación se describen los métodos y materiales utilizados en el desarrollo de este proyecto.

4.1 Descripción de la problemática

El auge de las TIC a nivel mundial crece constantemente aprovechando sus beneficios en la educación, integrándolas de distintas formas y en diversas asignaturas, ahora con la disposición de implementar RA se cambia aún más la manera en que se transmiten los conocimientos dentro de las aulas de clases, sin embargo en Panamá no se están brindando soluciones tecnológicas basadas en RA para el ámbito educativo y mucho menos dirigido a escuelas ubicadas en zonas rurales.

Por su parte, el propósito de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la escuela es favorecer la alfabetización científica de los ciudadanos desde la escolaridad temprana, procurando que comprendan conceptos, practiquen procedimientos y desarrollen actitudes que les permitan participar de una cultura analítica y crítica ante la información emergente.

En este contexto, la provincia de Chiriquí cuenta con una gran variedad de flora y fauna, debido a la cantidad de sitios naturales que posee, pero a medida que pasan los años algunos de estos sitios se ven afectados principalmente a las diversas actividades humanas, generando así grandes afectaciones al medio ambiente, aunque hay sitios que aún se mantienen protegidos beneficiando así su conservación, no escapan de esta realidad, ya que si no se realizan esfuerzos de crear conciencia en las personas pueden verse igualmente afectados en un futuro, al igual que se pueden incrementar las afectaciones en sitios que ya han sufrido daños. Para el desarrollo de este proyecto se han visitado

algunos sitios de la provincial como: el río Chico que se ha visto deteriorado por actividades humanas y los Cangilones de Gualaca que se mantiene como un sitio turístico de gran valor, entre otros.

Por otro lado, la contaminación es un cambio perjudicial en las características físicas, químicas o biológicas del aire, la tierra e incluso el agua, lo que puede afectar nocivamente la vida humana o la de especies, las condiciones de vida del ser humano y deteriorar los recursos naturales renovables [11], siendo la misma un factor alarmante dentro de la sociedad, por lo cual la aplicación de RA a desarrollar e implementar van enfocados hacia la conservación de los sitios naturales, ya que el nivel de contaminación y deterioro de los recursos naturales en nuestro país está ocasionando grandes daños, de la misma forma que en el resto de los países del mundo, porque se han destruido bosques, generando la extinción de plantas y animales.

4.2 Propuesta

Se busca desarrollar una aplicación para dispositivos móviles, cuyo objetivo principal concientizar en etapas tempranas a los niños sobre la conservación del medio ambiente. Para ello, se empleará la RA, ya que es una tecnología que brinda el aspecto interactivo, además de apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje en la materia de Ciencias Naturales. Se espera contar con los siguientes resultados:

- Una plataforma para dispositivos móviles, que contenga la información virtual de los sitios naturales seleccionados y su conservación.
- Proporcionar láminas didácticas, donde se ilustre cada sitio elegido, mostrando su información y pasos a seguir con la finalidad de mantener estos sitios conservados.
- Lograr una interacción virtual satisfactoria por parte del usuario al momento de visualizar la lámina brindada junto con la aplicación de RA desarrollada.
- Despertar una cultura de conservación en los estudiantes que utilizan la plataforma, aportando así dentro de su proceso de aprendizaje de la materia Ciencias Naturales y los recursos tecnológicos.

4. Resultados

En el marco de los resultados de este proyecto se ha desarrollado una aplicación móvil. La arquitectura de la aplicación se puede apreciar en la figura 1.

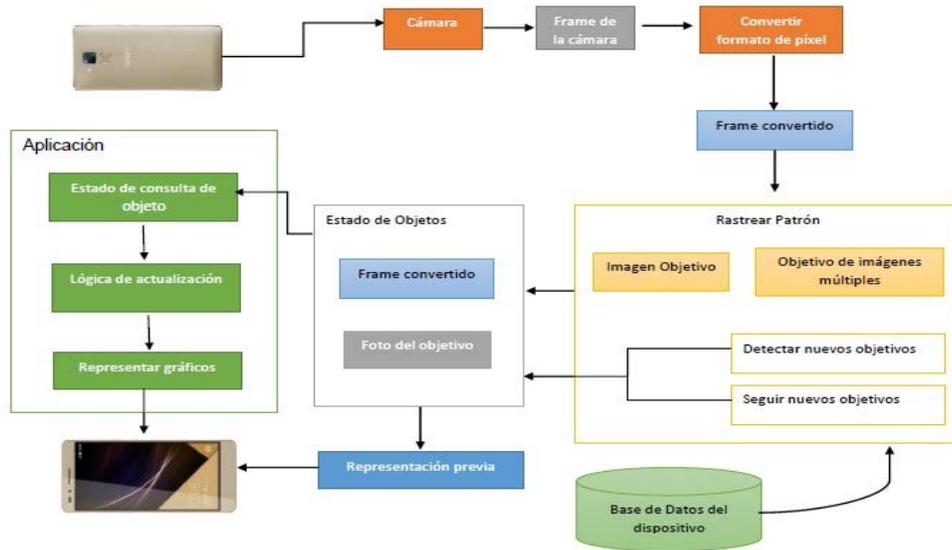


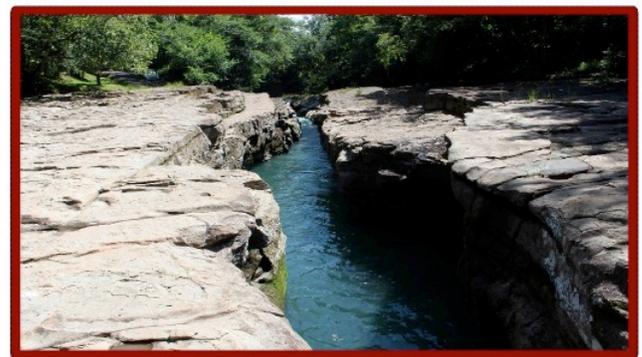
Figura 1. Arquitectura de la aplicación.

A continuación se describen algunos de los componentes de la arquitectura de la aplicación que se desarrolló con la herramienta *Vuforia*:

- **Cámara:** esta instancia se encarga de que cada fotograma capturado por la cámara se transfiera de manera eficiente al *tracker* (rastreador).
- **Rastreador:** contiene los diferentes algoritmos de visión computacional para detectar y seguir cada uno de los objetos en los fotogramas capturados. Basado en la imagen tomada por la cámara, diferentes algoritmos se encargan de detectar las imágenes de referencia.
- **Estado de objetos:** es donde se almacenan los resultados obtenidos por el rastreador, para ser utilizados por el procesador de vídeo.
- **Procesador de vídeo:** esta instancia procesa la imagen capturada que se encuentra almacenada en el estado de objetos. El rendimiento del renderizado del vídeo varía dependiendo el dispositivo.
- **Convertidor de imagen:** la instancia conversor formato de pixel, realiza la conversión del formato con el que trabaja la cámara a un formato adecuado para el renderizado y seguimiento. Implica un submuestreo para tener la imagen capturada por la cámara en diferentes resoluciones, disponibles en la pila de fotogramas convertidos.

4.1 Láminas

Las láminas que se elaboraron en el proyecto contienen imágenes seleccionadas de los sitios que fueron elegidos y visitados. Dentro de la estructura general de las láminas se tiene que resaltar principalmente el nombre del sitio que se muestra en cada una de ellas. En la figura 2 se puede apreciar la lámina de los Cangilones de Gualaca, ubicados en el distrito de Gualaca.



LOS CANGILONES DE GUALACA

Figura 2. Lámina de los Cangilones de Gualaca.

El usuario podrá obtener de las láminas información de cada sitio, al igual que las prácticas de conservación que le debemos dar para mantenerlos preservados, también

se incluye aspectos sobre afectaciones que se pueden dar, por causa de las actividades humanas.

Al momento que el usuario enfoque la cámara de su dispositivo sobre la lámina didáctica podrá interactuar en tiempo real con el contenido de RA que le proporcionará la aplicación, todo esto con el propósito de apoyar tecnológicamente a la enseñanza Ciencias Naturales y los cuidados al medio ambiente.

4.2 Interfaz de la aplicación

La interfaz de la aplicación de RA, es una pantalla sencilla, donde se le permite al usuario elegir dar inicio o salir de la aplicación y obtener información acerca de la RA. Una vez el usuario decide iniciar la sesión se podrá apreciar en la pantalla del móvil, la entrada de imágenes mostradas a través de la cámara, donde al momento de la detección de un patrón almacenado en la Base de Datos, se despliega la animación correspondiente, permitiendo al usuario interactuar y aprender. La opción de salir, permite salir de la aplicación y la opción acerca de la RA, permite visualizar el objetivo por el cual se ha creado la aplicación y brinda una breve descripción de RA. En la figura 3 se puede apreciar la interfaz de la aplicación.



Figura 3. Menú principal de la aplicación.

4.3 Interacción

La interacción del usuario con la aplicación se realizó completamente a través de las láminas didácticas, las cuales contienen las imágenes de los sitios naturales que se utilizaron para el proyecto. Estas se presentan ante la cámara del dispositivo móvil para así obtener todo el

contenido de RA que tiene asociado dentro de la aplicación.

Para obtener correctamente las animaciones 3D, el usuario mantiene la lámina frente a la cámara, evitando taparla con algún objeto, con la finalidad que el patrón a reconocer se mantenga visible siempre que se esté utilizando. En caso de que el usuario ya no desee que se muestre la animación, solo debe dejar de enfocar la lámina con la cámara, o si desea interactuar con otro sitio solo debe mover el dispositivo y enfocar otra lámina. En la figura 4 se puede apreciar a uno de los estudiantes utilizando la aplicación.

La aplicación de RA, tiene como propósito facilitar en todo momento la interacción del usuario con el contenido virtual y las láminas, evitando confusiones sobre la utilización y proporcionándole una herramienta de fortalecimiento educativo en torno a la enseñanza en Ciencias Naturales sobre la conservación, empleando un manejo sencillo de la misma, al igual que con un funcionamiento interactivo y atractivo.



Figura 4. Estudiante probando la herramienta.

4.4 Evaluación de la aplicación

Para la evaluación de la aplicación desarrollada, se solicitó autorización a la dirección del plantel escolar Escuela Barrio Lassonde. La dirección nos asignó a la docente que impartía clases en tercer grado. A la docente se le explicó en qué consistía el proyecto, se le instruyó en el uso de la aplicación y ella se encargó de seleccionar a 20 estudiantes, cuyas edades estaban entre los 8 y 9 años. La finalidad de esta etapa era validar el funcionamiento de la aplicación. Los alumnos utilizaron

la aplicación y respondieron a preguntas acerca de la funcionalidad, diseño y contenido.

La evaluación de la aplicación determinó que los estudiantes se adaptaron de una manera buena al uso de la aplicación, no fue de manera excelente, ya que la organización de la información en las láminas en primera instancia no fue la adecuada. Cuando se desarrollaron las láminas se colocaron tres imágenes del sitio en cada una, pero sólo la imagen principal de mayor tamaño realizaba la activación del contenido 3D, las otras dos estaban como referencia a diferentes vistas del sitio a mostrar, consideramos que esto confundía al estudiante, por lo que se realizaron cambios en las láminas, dejando así solo una imagen por lámina.

En cuanto a la facilidad de la navegación, la comprensión y la satisfacción del usuario, los resultados fueron excelentes. Lo que nos permite evidenciar que la aplicación desarrollada permite de una manera sencilla enseñar al estudiante conceptos y visualizar como son los sitios naturales de una manera más real.

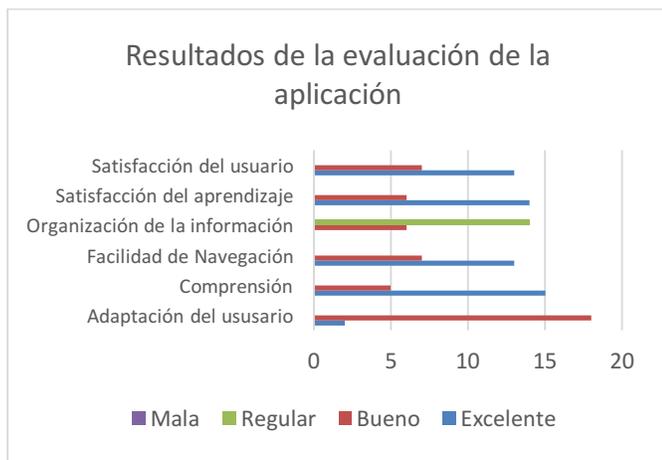


Figura 5. Resultados de la evaluación de la aplicación.

5. Conclusiones y trabajo futuro

Mediante el diseño y desarrollo de escenarios para la enseñanza y conservación de sitios naturales a través de la RA, se han logrado recrear animaciones que permiten a los estudiantes asimilar de forma efectiva la información de los sitios, reforzando así su aprendizaje a través de contenidos interactivos que generan una mayor motivación por aprender. Donde la creación de las diferentes láminas didácticas fue necesaria, ya que les permite tener esa experiencia de interactuar con

varios contenidos virtuales. Gracias a su uso, es posible optimizar los procesos de aprendizaje y aumentar el interés y la participación de los estudiantes. Como trabajo futuro se pretende tomar en cuenta otros sitios naturales para el desarrollo de más láminas y definir otras variables que permitan evaluar más escenarios con los estudiantes. Además, se pretende replicar en otras escuelas la evaluación de la aplicación.

6. Agradecimientos

A la Secretaria Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (SENACYT) por el financiamiento para el desarrollo del proyecto. A los estudiantes y profesores de la Escuela Barrio Lassonde por el apoyo brindado.

7. Referencias

- [1] Caudell, T., Mizell D. (1992). Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes. En: *International Conference on System Sciences*, Kauai, Hawaii, vol. 2, pp. 659-669, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=00183317>
 - [2] Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
 - [3] Estebanell, M., Ferrés, J., Cornella, P., Codina, D. (2012). Realidad Aumentada y códigos QR en Educación En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino & A. Vázquez (Coords). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. (pp. 277-320). Barcelona: Editorial espiral.
 - [4] González, O. (2013). Educación Aumentada. *Centro de Conocimiento de Tecnologías Aplicadas a la Educación (CITA)*, 19. ISSN 2173-1373
 - [5] Billingham, M., Kato, H., Poupirev, I. (2001). The MagicBook: A transitional AR interface. *Elsevier Computers and Graphics*, vol. 25, pp. 745 – 753.
 - [6] VIRTUALWARE (2010). “Comienza el despliegue tecnológico del programa Eskola 2.0”. <http://www.virtualware.es/es/noticia/actualidad-virtualware/comienza-el-despliegue-tecnologico-del-programa-eskola-2-0.aspx>
 - [7] Alvarez, S. Delgado, L., González, M., Martín T., Almaraz, F., Ruiz, C. (2017). El Arenero Educativo: La Realidad Aumentada un nuevo recurso para la enseñanza. *Revista de Educación Mediática y TIC*, Vol. 6. Num 1.
 - [8] Innova Vision. (2013). Realidad Aumentada en la Cinta Costera Panamá. En: https://www.youtube.com/watch?v=_5DkpW-is-8
 - [9] Hernández, J., Pennesi, M., Sobrino, D., Vázquez, A. (2012). *Tendencias emergentes en Educación con TIC* (1ra. Edición). España. Asociación Espiral.
 - [10] Gallego, R., Saura, N., Nuñez, P. (2012). AR-Learning: libro interactivo basado en realidad aumentada con aplicación a la enseñanza. Monográfico, N° 8 ISSN: 1988-8430.
 - [11] Atilio de la Orden, E. (2010). Contaminación. Facultad de Ciencias agrarias UnCa. En <http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicaciones/online/Ecologia/imagenes/pdf/007-contaminacion.pdf>.
- Iban De la Horra, I. (2016). Realidad Aumentada, un aevolución educativa. *Revista de Educación Mediática y TIC*. Vol 6. Num. 1

Técnica híbrida de estimación basada en el análisis de puntos de función y puntos de casos de uso

Hybrid estimation technique based on the analysis of function points and use cases points

Cesar Yesid Barahona Rodríguez¹, Daniel Sebastián Arias Rojas², Paola Andrea Chía Rodríguez³
^{1,2,3} Universidad de Cundinamarca

¹ cbarahona@ucundinamarca.edu.co, ² danielarias@ucundinamarca.edu.co, ³ pchia@ucundinamarca.edu.co

Resumen— La estimación de software es una etapa fundamental a la hora de desarrollar un aplicativo web o de escritorio, ya que con esta fase se podrá tener una idea del tiempo, costo y personal que se debe utilizar para finalizar sin contratiempos un proyecto. Es por eso que la Universidad de Cundinamarca, sede Facativá ha querido desarrollar un proyecto de investigación e ingeniería que se base en el estudio de dos diferentes técnicas de estimación como lo son Puntos de función y Puntos de Casos de Uso y gracias a este análisis desarrollar una técnica híbrida que abarque las ventajas de cada una de los métodos planteados.

Palabras claves— Estimación, esfuerzo, desarrollo, costo, casos de uso, requerimientos.

Abstract— Software estimation is a fundamental step when developing a web or desktop application, because with this phase you can get an idea of the time, cost and personnel that should be used to finish a project without mishaps. That is why the University of Cundinamarca, sectional Facultative has wanted to develop a research and engineering project that is based on the study of two different estimation techniques such as Function Points and Use Case Points and thanks to this analysis develop A hybrid technique embracing the advantages of each of the methods proposed.

Keywords— Estimation, effort, development, cost, use cases, requirements.

1. Introducción

Al hablar sobre la estimación de esfuerzo, duración y costos de proyectos de software es muy común encontrar diversos métodos que tratan de una u otra manera hallar solución a esta necesidad, la cual hoy por día causa riesgo en algunas por no decir todas empresas de software, esto es debido a que fracasan en su desarrollo por el aumento de costos en la producción del mismo, falta de personal o de tiempo; causando así que el producto final sea deficiente o también se termina abandonando el proyecto [1], sin embargo, hay que aclarar que no es la única causa de fracaso en los proyectos de software.

Existen muchos métodos de estimar proyectos de software unos más eficaces que otros y adecuados para cada situación; por esa razón este proyecto se enfoca en dos metodologías: Puntos de Casos de uso y Puntos de Función, las cuales se tomaron como punto de partida para el estudio o formación de un híbrido entre las dos, el

cual busca unir y complementar las fortalezas de cada técnica:

- **Puntos de casos de uso:** Desarrollado por Gustav Karner en 1993. Este método utiliza los actores y casos de uso que se plantean en una de las etapas de ingeniería de software del proyecto a desarrollar. A los casos de uso se les asigna una complejidad basada en transacciones (interacción usuario-maquina), mientras que a los actores se les asigna una complejidad basada en su tipo. Este método se escogió en esta investigación ya que quiso dar importancia a los requerimientos determinados por el cliente o usuario (los estudiantes en el caso de la universidad de Cundinamarca) y así mismo dándole una gran importancia a la etapa de modelamiento de software y conectándola a la fase de estimación.

- Puntos de Función: Desarrollado por Allan Albrecht a mediados de la década de los 70's y posteriormente modificado y mejorado de forma continua por la International Function Point Users Group (IFPUG), este método está basado en la norma ISO/IEC 20926:2009 la cual se tomó como base para entender a fondo como se debe realizar dicha estimación con sus respectivos estándares oficiales.

Al tomar estas dos metodologías, se procedió a identificar las fortalezas de cada una, puesto que con ellas se quiso complementar y hallar un punto en común entre estas, para posteriormente crear un híbrido aproximado (ya que no se puede asegurar que sea la mejor opción de estimación o si por el contrario es mejor utilizar una técnica por separada) entre estas, la razón para esto es simple, se quiso plantear una nueva opción que combata o reduzca la incertidumbre en estas técnicas y no solo eso sino en el resto de métodos de estimación de proyectos que se encuentran actualmente, tratando así de lograr mejores resultados.

2. Planteamiento del problema

Se conoce que a la hora de saber la duración y el costo de un proyecto de software se tiene que llevar a cabo una debida estimación para que durante el proceso de diseño, construcción y entrega no ocurran pérdidas de tiempo y dinero que vaya a perjudicar a la empresa a futuro y no solo a la empresa a la relación y cumplimiento con el cliente.

Asimismo, se tiene planteado la posibilidad de crear un método híbrido basándose en las fortalezas de dos métodos de estimación muy importantes y reconocidos en el ámbito empresarial y académico como lo son Puntos de función y Puntos de casos de uso, en donde se quiere realizar un comparativo entre los resultados arrojados por las tres técnicas (incluyendo las dos anteriores y el híbrido) y poder ver cuál es la mejor opción a la hora de limitar y escatimar tiempo y costos teniendo siempre como base que esto será aproximado ya que no se puede saber a precisión cuál de los tres será superior a la hora de reducirlos.

Es importante sustentar el porqué de la idea de trabajar con estos dos métodos de estimación ya mencionados y un híbrido creado con las características de los dos anteriores, una de los motivos se debe a lo planteado por el profesional José PowSang, docente de la Universidad Católica del Perú en el artículo "Estudio de Técnicas

basadas en Puntos de Función para la Estimación del Esfuerzo en Proyectos Software" en el cual menciona que "el análisis de puntos de función se puede aplicar de manera sencilla con los casos de uso mejorando la calidad de los documentos de requerimientos y, a la vez, mejorando la estimación del proyecto de software. El aplicar la técnica de puntos de función permite verificar y validar el contenido de un documento de especificación de Requisitos de software" [2].

3. Análisis comparativo métodos de estimación

En este análisis comparativo sobre la estimación de proyectos de software se profundizará sobre dos métodos que son: Puntos de Casos de uso y Puntos de Función.

Una ventaja de hacer el análisis comparativo entre estas dos técnicas de estimación es que contienen la misma estructura, lo cual facilita la realización del híbrido.

3.1. Estimación por Puntos de Casos de uso UCP

El método de Puntos de casos de uso para la estimación de proyectos de software se adecua a la idea que se quiere plasmar en la investigación de darle una importancia vital a los requerimientos y al modelado de software en su diagrama de casos de uso, para hablar de las características principales de este método se toma un fragmento del artículo de investigación de los ingenieros de la universidad Nacional del nordeste de Argentina, el cual menciona lo siguiente: "UCP (Use cases Point) se basa en la utilización de casos de uso como dato de entrada para calcular el esfuerzo requerido, en horas-hombre (hh), para el desarrollo de un proyecto de software. El método utiliza cuatro variables principales: Actores, Casos de uso, Factores técnicos de complejidad, Influencias técnicas que puedan afectar el proceso de desarrollo" [3]. Estos actores que son mencionados en el artículo de investigación son los plasmados en el diagrama de casos de uso del modelado UML es por eso que quien esté a cargo de la fase de ingeniería de software no debe pasar por alto ninguna funcionalidad en los diagramas a realizarse.

Para la estimación a través de este método Puntos de Casos de Uso, se hace un análisis del modelo UML.

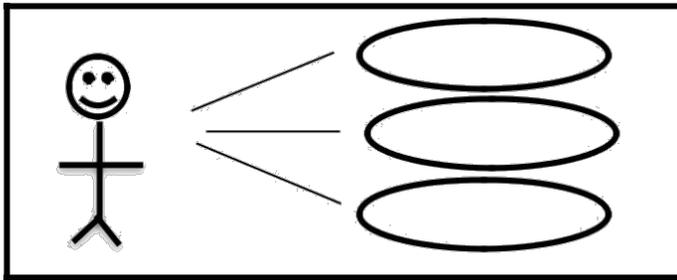


Figura 1. Diagrama de casos de uso.

Como se ilustra en la *Figura 1. Diagrama de casos de uso*, el modelo de casos de uso se basa en dos importantes componentes como lo son: el actor que representa al usuario o sistema que tiene contacto con el software, y los casos de uso son las funcionalidades que dispone el actor.

Este método se compone de dos fases principales en las cuales evaluará funcionalidades y componentes del software a desarrollarse.

3.1.1. Evaluación de funcionalidades del software a través de UCP

Se denominan también como Puntos de casos de uso sin ajustar. Para desarrollar los UUCP, se dividen en dos ítems denominados:

- Factor de peso de los actores sin ajustar (UAW)
- Factor de peso de los casos de uso sin ajustar (UUCW)

En donde,

- Los UAW o factor de peso de los actores sin ajustar se basa en la cantidad de actores presentes en el sistema y en la complejidad que se le sea asignada. La complejidad de los actores se determina si se trata de una persona o de otro sistema quien interactúa con el software.
 - Actor simple: Otro sistema que interactúa con el software a desarrollar mediante una interfaz de programación (API).
 - Actor Promedio: Otro sistema que interactúa con el software a desarrollar mediante un protocolo (ejemplo: mediante TCP/IP).

- Actor Complejo: Una persona que interactúa con el sistema mediante una interfaz gráfica.

- Los UUCW o factor de peso de los casos de uso sin ajustar se realiza un análisis de la cantidad de Casos de Uso presentes en el sistema y la complejidad de cada uno de ellos. Esta complejidad se lleva a cabo mediante la cantidad de transacciones en el caso de uso.

- Casos de uso simple: Es aquel caso de uso que tiene de 1 a 3 transacciones.
- Casos de uso promedio: Es aquel caso de uso que tiene de 4 a 7 transacciones.
- Casos de uso complejo: Es aquel caso de uso que tiene más de 8 transacciones.

3.1.2. Factores técnicos de ajuste

El cálculo de factores de ajuste que trabaja el método de Puntos de Casos de uso (UCP) consta de dos etapas, la primera es el cálculo del Factor de complejidad técnica (TCF) en donde se realiza una cuantificación de un conjunto de factores que pueden o no influir en el sistema a desarrollar, cada uno de estos se califica de 0 a 5 donde, 0 es un aporte irrelevante y 5 un aporte muy importante.

Factores:

- Sistema distribuido
- Tiempo de respuesta
- Eficiencia por el usuario
- Proceso interno complejo
- Reusabilidad
- Facilidad de instalación
- Facilidad de uso
- Portabilidad
- Facilidad de cambio
- Concurrencia
- Objetivos especiales de seguridad
- Acceso directo a terceras partes
- Facilidades especiales de entrenamiento a usuarios finales

La segunda etapa del factor técnico en este método de estimación, es el cálculo del factor ambiental (FE), el cual mide las habilidades y el entrenamiento del grupo involucrado en el desarrollo, por eso es tan importante esta parte en la estimación por puntos de casos de uso, su

calificación es similar al de TCF; se le debe asignar una cuantificación a un conjunto de factores.

Factores:

- Familiaridad con el modelo del proyecto usado
- Experiencia en la aplicación
- Experiencia en POO
- Capacidad del analista líder
- Motivación
- Estabilidad de los requerimientos
- Personal de media jornada
- Dificultad en lenguaje de programación

3.2. Estimación por Puntos de función PF

Este método de estimación tiene una gran sustentación para poder ser aplicado en cualquier proyecto gracias al respaldo de la norma ISO/IEC 20926:2009 [4].

Una razón muy válida del porque usar el método de puntos de función para la estimación de software lo da la profesional Gabriela Salazar en su artículo “Estimación de proyectos de software: un caso práctico” en el cual menciona lo siguiente: “Los Puntos de Función (PF) son una medida del tamaño de una aplicación desde el punto de vista funcional o del usuario. Este es un método que sistemáticamente se puede aplicar a cualquier tipo de software, ya sea en desarrollo o mantenimiento. Está basado en la funcionalidad del software y su complejidad. Los PF son derivados de aspectos externos de las aplicaciones de software como: entradas, salidas, consultas, archivos lógicos e interfaces. El uso de los PF ha ganado aceptación como una medida de productividad clave y los procedimientos de conteo han sido actualizados varias veces desde su primera publicación. El FPA es ahora administrado por el International Function Point Users Group (IFPUG). Ellos proveen los estándares para aplicar el cálculo de los PF a través de su publicación Counting practices manuals” [5].

Para llevar a cabo la estimación de software a través del método de puntos de función se deben llevar a cabo dos etapas fundamentales, así como en el método de Puntos de casos de uso denominadas Puntos de función sin ajustar (Evaluación de funcionalidades) y Puntos ajustados (Evaluación de factores técnicos).

3.2.1. Evaluación de funcionalidades

En este método se denominan como Puntos de función sin ajustar (PFSA).

Para desarrollar los PFSA, se clasifican los requerimientos en cinco tipos para tener un mejor control sobre ellos:

- EI (Entrada Externa)
- EO (Salida Externa)
- EQ (Consulta Externa)
- ILF (Archivo Lógico Interno)
- EIF (Archivo de Interfaz Externo)

En donde,

- “EI” equivalen al número de interfaces o pantallas en donde el usuario ingresa datos al sistema. Se puede clasificar en complejidad baja (3) media (4) y alta (6).

- “EO” se refiere al número de informes, gráficos y listado de datos del sistema, Se puede clasificar en complejidad baja (4) media (5) y alta (7).

- “EQ” son las búsquedas de datos que realizan los usuarios del software (ejemplo: buscadores), Se puede clasificar en complejidad baja (3) media (4) y alta (6).

- “ILF” Es un grupo de datos relacionados, tal como los percibe el usuario y que son mantenidos por la aplicación. Cabe aclarar que los ficheros se cuentan una sola vez, independientemente del número de procesos que los acceden. (Ejemplo base de datos, servidor FTP), Se puede clasificar en complejidad baja (7) media (10) y alta (15).

- “EIF” se refiere a un grupo de datos relacionados, tal como los percibe el usuario, referenciados por la aplicación y que son mantenidos por otra aplicación. Cabe resaltar que son ficheros internos de otra aplicación (ejemplo WEB SERVICES), Se puede clasificar en complejidad baja (5) media (10) y alta (10).

3.2.2. Factores técnicos de ajuste

El cálculo del Factor de ajuste que se basa en la calificación de un grupo de factores de ajustes el cual será evaluado de 0 a 5 donde 0 es un nivel de influencia irrelevante y 5 uno muy importante.

Factores:

- Comunicación de datos
- Procesamiento distribuido
- Objetivos de rendimiento
- Configuración del equipamiento
- Tasa de transacciones
- Entrada de datos en línea
- Interfaz con el usuario
- Actualizaciones en línea
- Procesamiento complejo
- Reusabilidad del código
- Facilidad de implementación
- Facilidad de operación
- Instalaciones múltiples
- Facilidades de cambio

3.3. Similitudes y ventajas de estos métodos

Al conocer la estructura de los dos métodos de estimación propuestos para la realización del método híbrido, una etapa fundamental para este análisis es poder conocer las similitudes y las ventajas de cada una de estas técnicas.

3.3.1. Similitudes

- Los métodos de estimación Puntos de Casos de Uso (UCP) y Puntos de Función (PF) contienen la misma estructura de análisis de datos referentes al proyecto. Ambas técnicas trabajan dos fases conocidas como “Valores sin Ajustar” y “valores ajustados”.

- Para pasar de los “Valores sin Ajustar” a los “Valores ajustados” ambos califican “factores técnicos” que consisten en factores externos o internos que pueden afectar o favorecer al desarrollo del software.

- Ambos métodos califican funcionalidades del software, pero específicamente PF evalúa requerimientos funcionales y UCP los casos de uso de los diagramas UML.

3.3.2. Ventajas

- UCP además de evaluar funcionalidades y su complejidad, evalúa los actores.

- Los factores de ajuste de UCP tienen en cuenta los factores de ambiente que influyen en el software.

- PF tiene una norma ISO/IEC en donde explica de forma detallada la forma de evaluar los requerimientos.

- PF Es la base de otros métodos de estimación como Puntos de casos de uso.

- UCP “trabaja bien con diferentes tipos de software”. [6]

- UCP “Muestra buen rendimiento en proyectos pequeños, medianos y grandes”. [6]

4. Método híbrido

El método híbrido de estimación de software surgió tras la idea de asociar dos importantes técnicas conocidas a nivel mundial como lo son el análisis de Puntos de Función (PF) y Puntos de Casos de Uso (UCP).

Ambas técnicas de estimación se basan en las calificaciones de funcionalidades, PF directamente evalúa la lista de requerimientos funcionales recogidas por el equipo de desarrollo y UCP en cambio califica el diagrama de Casos de uso. Estas evaluaciones se realizan mediante la experiencia de los usuarios dada en la complejidad (alta, media o baja) que le den a cada una de las funcionalidades.

Los puntos de Casos de Uso (UCP) y los Puntos de Función tienen la misma estructura, lo cual es una gran ventaja a la hora de crear el método híbrido. Esta estructura se divide en tres fases:

- Valores Sin Ajustar
- Valores Ajustado
- Estimación del Esfuerzo

La construcción del método híbrido de estimación se desarrolló en varias etapas denominadas:

- Construcción de la fase Híbrido Sin ajustar
- Construcción del factor de ajuste del método Híbrido
- Cálculo del valor en horas por cada Punto ajustado del híbrido

4.1. Construcción de la fase Híbrido Sin ajustar

La fase “Híbrido Sin ajustar” es la mezcla de “Puntos de Función sin ajustar” y “Casos de Uso Sin ajustar” ya que

se tiene en cuenta las funcionalidades evaluadas por el método UCP como lo son los actores y los casos de uso, pero los parámetros de calificaciones y ponderación de la complejidad son de PF.

Para ser más precisos, la evaluación de los actores no varía con respecto a UCP.

Tabla 1. Calificación Actores.

Actor	Factor de Peso (P)	Número de Actores (N)	Resultado
Simple	1	Ns	P * Ns
Medio	2	Np	P * Np
Complejo	3	Nc	P * Nc
Calificación Actores=			$\sum P*N$

La evaluación de las funcionalidades será la siguiente:

- Determinar tipo de cada Caso de Uso:

Tabla 2. Clasificación de los casos de uso.

Tipo de Caso de Uso	Baja	Media	Alta
EI	3	4	6
EO	4	5	7
EQ	3	4	6
ILF	7	10	15
EIF	6	7	10
Calificación Funcionalidades =			$\sum (\#Casos de Uso * Complejidad)$
Hibrido Sin Ajustar = Calificación Actores + Calificación Funcionalidades			

- La complejidad del caso de Uso estará dada por la cantidad de transacciones con las que cuenta:

Tabla 3. Determinar Complejidad Caso de Uso.

Complejidad	Descripción
Baja	De 1 a 3 transacciones
Media	De 4 a 7 transacciones
Alta	8 o más transacciones

4.2. Construcción de la fase Factor de ajuste

El factor de ajuste es un valor determinado por la calificación de elementos influyentes en el software, en

PF se conocen como “Factor de Ajuste” y en UCP se dividen en dos tipos: “Factores de Complejidad Técnica” y “Factores de Ambiente”.

La idea fundamental del método híbrido desarrollado es tener en cuenta todos estos factores y la evaluación que el usuario ha dado en la estimación por PF y UCP, es por eso que en esta técnica híbrida se ha desarrollado un término denominado “Porcentaje de Variación ponderado (% ponderado)” que se calcula entre los resultados sin ajustar y ajustados de cada uno de los resultados de las estimaciones realizadas por cada método (ver Tabla 4. Cálculo del % de variación ponderado (híbrido)).

Tabla 4. Cálculo del % de variación ponderado (híbrido).

Método	Valor Sin Ajustar	Valor Ajustado
Puntos de Función	PFSA	PFA
Puntos de Casos de Uso	UUCP	UCP
Resultado Ponderado (RP)	RPSA = PFSA + UUCP	RPA = PFA + UCP
Porcentaje de Variación Ponderado	$\% \text{ ponderado} = \frac{(RPA - RPSA)}{RPSA}$ <p>Puntos ajustados del híbrido = Puntos sin ajustar del híbrido + (Puntos sin ajustar del híbrido * %ponderado)</p>	

Se realizaron pruebas con diferentes proyectos de software en la Universidad de Cundinamarca para observar los resultados del híbrido. Como se observa en la figura 1, se presenta una comparación gráfica del porcentaje de variación entre puntos sin ajustar y puntos ajustados de los tres métodos de estimación planteados.

4.3. Cálculo del valor en horas por cada punto ajustado del híbrido y estimación de esfuerzo

El valor estándar en horas de cada Puntos de Función ajustado está establecido en 8 horas por cada uno de ellos, y en Puntos de Casos de Uso su valor esta dado en 20 horas.

Para calcular la cantidad de horas de cada punto ajustado del híbrido se creó un promedio ponderado en donde se tenga en cuenta los resultados de las estimaciones del

proyecto evaluado (ver Tabla 5. Calculo del promedio ponderado (Cantidad de horas * hibrido ajustado)).

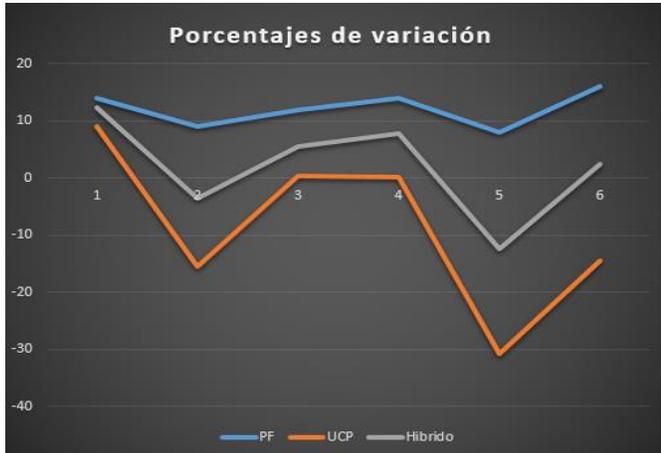


Figura 1. Comparativa de porcentajes de variación entre métodos.

En los proyectos de prueba estimados de la Universidad de Cundinamarca se presentaron los resultados de la **Tabla 6. Resultados de los proyectos**, por los diferentes métodos.

Tabla 5. Calculo del promedio ponderado (Cantidad de horas * hibrido ajustado).

Método	Valor Ajustado	Estimación
Puntos de Función	PFA	$E_{PF} = PFA * 8$
Puntos de Casos de Uso	UCP	$E_{UCP} = UCP * 20$
Resultado Ponderado (RP)	$RPA = PFA + UCP$	$E_{RP} = E_{PF} + E_{UCP}$
Promedio Ponderado (Cantidad de Horas por Puntos Ajustados del hibrido)	Promedio ponderado = E_{RP} / RPA Estimación de esfuerzo por Híbrido = Puntos Ajustados del hibrido * Promedio Ponderado.	

Tabla 6. Resultados de los proyectos.

#	E_PF horas	En E_UCP horas	En Estimación de hibrido (en horas)
1	893,76	1222	425,89974
2	1979,44	3950	2160,8371
3	698,88	2048	1083,4915
4	702,24	1282	464,39659
5	587,52	1052	558,64353
6	853,76	1266	573,65353

5. Conclusiones

- Actualmente los métodos de estimación son muy importantes para toda empresa a la hora de disminuir costos, esfuerzos y duración de un proyecto a realizarse.
- Llevar a cabo una correcta estimación no es fácil ya que no todos los métodos arrojaran el mismo resultado; por ende, se debe tener en cuenta la opinión de personas expertas en el campo. Igualmente, en estos métodos siempre habrá un grado de incertidumbre el cual se refiere a que no es exacto en total magnitud.
- Gracias al estudio realizado se ha identificado que los métodos de estimación de Función y puntos de casos de uso se pueden complementar para realizar una técnica hibrida ya que cuentan con una estructura similar al momento de aplicar sus fórmulas.
- Los puntos de función se pueden aplicar de manera sencilla con los casos de uso mejorando la calidad de los documentos de requerimientos, mejorando la estimación del proyecto de software. El aplicar la técnica de puntos de función permite verificar y validar el contenido de un documento de especificación de requerimientos.

6. Reconocimiento

Se le agradece a la Universidad de Cundinamarca por generar espacios para fomentar la innovación tecnológica por parte de los estudiantes de Ingeniería de sistemas y carreras afines.

Se les agradece a los diferentes entes educativos por crear eventos para exponer los proyectos creados por los estudiantes de diferentes universidades de Colombia y motivar a la creación de diferentes ideas innovadoras.

7. Referencias

- [1] G. N. Dapozo, Y. Medina, A. B. Lencina, and G. O. Pedrozo, "Métodos de estimación de esfuerzo y duración en proyectos web pequeños," 2014.
- [2] A. P. Portillo, "Estudio de Tecnicas basadas en Puntos de Funcion para la Estimacion del Esfuerzo en Proyectos Software," 2004.
- [3] G. N. Dapozo, M. de los Á. Ferraro, Y. Medina, G. Petrazzini Pedrozo, B. Lencina, and E. Irrazábal, "Estimación de software: métodos orientados a la gestión ágil de proyectos, desarrollo web y estimación temprana," p. 5 pag., 2015.
- [4] IFPUG, Norma ISO/IEC 20926 - Software and systems engineering -- Software measurement -- IFPUG functional size measurement method, 2009.
- [5] G. Salazar-B, "Estimación de proyectos de software: un caso práctico," Ing. y Cienc. - ing.cienc., vol. 5, no. 9, pp. 123–143, 2009.
- [6] S. Valero Orea, "Estimación de proyectos de software con puntos de casos de uso," p. 9, 2010.

Desarrollando software para el sector salud

Developing software for health

Francisco Javier Ramírez Ante¹
¹ Soluciones Informáticas Integrales En Salud SAS
¹ Francisco.ramirez@sitis.com.co

Resumen— *¿Por qué desarrollar software para el sector Salud?, pareciera una pregunta fácil de formular y con una respuesta aún más fácil de proyectar, pero la realidad del sector y muchos años inmerso en él me han enseñado que son más las preguntas que deberemos resolver, quizá no será este el espacio que ayude a despejar la mayoría de ellas pero si permitirá al lector tener un "Big Picture" del sector donde estamos queriendo incursionar y conocer algunas de las necesidades de las instituciones que prestan servicios de salud, de los retos que se le plantea a la industria del desarrollo de software especializado en Salud, de las expectativas que la normatividad Nacional e Internacional exigen a los desarrolladores de este tipo de aplicaciones, de los requerimientos de los profesionales de la salud y en últimas de los beneficios esperados por los actores más importantes de este ecosistema, los pacientes.*

Palabras claves— *Desarrollo de Software, Historias Clínicas electrónicas, Normas Internacionales, Sector Salud.*

Abstract— *Why develop software for Health ?, it seems an easy question to formulate and with an even easier answer to project, but the reality of the sector and many years immersed in it have taught me that are more questions to solve, maybe not Will be the space that helps us to clear most of them but will allow the reader to have a "Big Picture" of the sector where we are wanting to enter and learn some of the needs of the institutions that provide health services, the challenges that are It poses to the industry of the development of software specialized in Health, of the expectations that National and International normativity demand to the developers of this type of applications, of the requirements of the professionals of the health and in the last the benefits expected by the actors Most important of this ecosystem, patients.*

Keywords— *Electronic Health Records, Health, International Standards, Software development*

1. Introducción

Desde el ya lejano 1993, el aspecto tecnológico de nuestro sistema de salud, ha evolución y se ha transformado, podríamos decir que inicio con la Ley 100 [6], por la cual se crea el Sistema de Seguridad Social Integral, promulgada el 23 de diciembre de aquel año, pues la entrada en vigencia de esta ley marcó un hito importante en el desarrollo de los sistemas de salud en el país, esta ley supuso un cambio en la cultura organizacional de las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS), unos años más tarde, ya con nuevos actores en el sistema, se hizo necesario un estándar que reglamentara el intercambio de información, de manera que todos logren hablar un mismo idioma independiente de las aplicaciones que empleasen las IPS, es así como en el año 2000 una nueva resolución, la 3374 del 27 de diciembre [1], por la cual se reglamentaban los datos básicos que deben reportar los prestadores de servicios de salud y las entidades administradoras sobre los servicios de salud prestados, estructuro los Registros

Individuales de Prestación de Servicios (RIPS), que bien podríamos considerar el primer estándar de interoperabilidad en el sector, desde entonces y hasta la fecha este evolución ha sido constante y ha incorporado paulatinamente estándares y requerimientos de carácter internacional.

Después de 20 años en la industria del Software, en especial del desarrollo de sistemas de información para el sector salud, sé que no hay una fórmula mágica que permita amalgamar de manera perfecta todos los elementos que una casa de software debe considerar al momento de desarrollar un sistema de tal envergadura, por esa razón no encontrara dicha fórmula durante la lectura de este artículo, si a pesar de esta advertencia decide continuar con la lectura mencionare que encontrara algunos elementos que deberá considerar para la construcción de este tipo de sistemas, pues la industria del software, en especial la que ofrece servicios o productos para el sector salud presenta grandes retos a las casas de software que incursionan en el sector. Una industria como la nuestra deberá cumplir

con requerimientos Normativos, generalmente promulgados por el Ministerio de Salud de cada País, relacionados con la prestación de los servicios de atención en salud siempre orientados a la calidad y eficiencia de las instituciones de salud, u otras leyes que norman aspectos como el manejo de los Datos Personales en posesión de terceros, el conjunto de datos mínimos y sensibles que deberán ser tratados en los sistemas de información, así mismo la implementación de estándares internacionales para la integración e interoperabilidad de los actores del sector, otros estándares como los de calidad que debemos respetar y cumplir como desarrolladores de software, además de las necesidades propias del personal asistencia y de los pacientes que estos atienden, e implementar metodologías de desarrollo y de gestión de proyectos que permitan la madurez progresiva de la empresa y que fortalezcan tu sistema interno de calidad, por consiguiente conseguir una fórmula que permita la integración perfecta de todos estos elementos y consideraciones es el mayor reto que enfrentamos como industria cada día.

Se recomienda un estudio constante de estos aspectos, monitorear con frecuencia la evolución los estándares, de las necesidades de la industria, de las tendencias tecnológicas, y de la aplicación de metodologías que permitan, apoyado en estos elementos, dirigir de la mejor manera la casa de software y la mesa de ayuda de tu empresa; durante el desarrollo de este artículo encontrara información respecto a los riesgos de la implementación de un sistema de información en general, de las oportunidades para la industria, en especial que encontramos en nuestro país, de las necesidades y requerimientos del sector salud. Este artículo describe estos temas a treinta dos mil pies de altura esperando motivar al lector a profundizar en muchos de estos elementos.

2. Visión global sobre la implementación de sistema de información

Desde 1994 Standish Group ha publicado periódicamente el Chaos Report o Reporte del Caos, este Reporte permite conocer los resultados que se obtienen en miles de proyectos de la industria del desarrollo de software e identificar los Riesgos que se presentan hoy día en la implementación de Sistemas de Información.

El último informe, publicado a finales de 2015, analizo 50.000 Proyectos de desarrollo alrededor del mundo,

desde mantenimientos pequeños hasta gigantescos proyectos de reingeniería, concluyendo que el sólo el 29% fueron exitosos, es decir que éstos fueron desarrollados e implementados tal cual fueron previstos, cumpliendo los plazos, el presupuesto y además obteniendo resultados satisfactorios (no necesariamente cumpliendo el alcance), el 19% de los proyectos definitivamente fueron fracasos (se cancelaron o se finalizaron pero el producto nunca se usó) y el 52% presentaron varios problemas para poder ser completados (con retraso, por encima del presupuesto y/o con menos de los requisitos esperados) lo que implicó más inversión de tiempo y recursos [7]. La definición de proyecto exitoso empleada en el Chaos Report incorpora el resultado satisfactorio del proyecto y elimina el cumplimiento del alcance, esta dista de la definición del Project Management Institute (PMI) que determina el éxito de un proyecto por el cumplimiento de las 3 constantes clásicas el Plazo (*onTime*), el Presupuesto (*onBudget*) y el Alcance (*onTarget*).

Del análisis de los proyectos fracasados, según las estadísticas del Standish Group, un 56% de los errores se encuentra en la fase de estudio y análisis, principalmente en la definición de los requerimientos, un 10 % obedece a errores en la fase de Diseño, un 7% a errores de codificación y un 27% a otros factores como cambio o falta de identificación del personal clave con dominio del negocio y de procesos, como consecuencia, ante esta alta tasa de siniestralidad, las compañías de seguros difícilmente amparan proyectos de desarrollo de software. Un Reporte anterior del Standish Group permite identificar los factores de riesgo que conllevaron al Fracaso o cancelación del proyecto [26] (Ver Tabla 1.) donde prima antes que los factores técnicos la mala definición de los requerimientos y de la definición del alcance o expectativas que se desean obtener de la implementación del Sistema.

Tabla 1. Factores de fracaso o cancelación.

Requerimientos incompletos	13.1%
Deficiencia en el involucramiento del usuario	12.4%
Deficiencia de recursos	10.6%
Expectativas no realistas	9.9%
Deficiencia en soporte ejecutivo	9.3%
Cambios en requerimientos y especificaciones	8.7%
Deficiencia en la planeación	8.1%
Ya no se necesita más	7.5%
Deficiencia en administración de TI	6.2%
Desconocimiento en tecnología	4.3%
Otros	9.9%

Una parte clave del análisis de Standish Group de los últimos 23 años ha sido la identificación y clasificación de los factores que confluyen para hacer que los proyectos sean más exitosos, los resultados muestran la siguiente lista y clasificación de factores (Ver Tabla 2.) resultando llamativo ver cómo los 3 factores que más influyen para hacer los proyectos más exitosos no son en absoluto técnicos [7].

Tabla 2. Factores de éxito.

Apoyo de la Dirección	15 Puntos
Madurez Emocional	15 Puntos
Implicación del Usuario	15 Puntos
Optimización	15 Puntos
Recursos Competentes	15 Puntos
Arquitectura Estandarizada	8 Puntos
Procesos Ágiles	7 Puntos
Ejecución Automatizada	6 Puntos
Experiencia en Project Management	5 Puntos
Objetivos de negocio claros	4 Puntos

El Chaos Report de este año deja dos importantes reflexiones a considerar como industria: los proyectos más pequeños tienen una probabilidad mucho más alta de éxito que los más grandes y en todos los tamaños de proyectos, la aplicación de enfoques ágiles dio como resultado proyectos más exitosos y menos fallas directas, aumentando el porcentaje de éxito del 11% al 39% y bajando el porcentaje de fracaso del 29% al 9% [7].

Por su parte, En Mayo de 2014, el PMI realizó una serie de estudios denominada Pulse of the Profession The High Cost of Low Performance [5] esta consulta, en la que participaron más de 2.000 profesionales en la gestión de proyectos, determinó que entre las principales causas del fracaso de un proyecto siempre se encontraban las siguientes: Corrupción del alcance, una Comunicación pobre, la Falta de implicación de los interesados y el Apoyo inadecuado del patrocinador del proyecto; La conclusión de este estudio por parte del PMI es que la clave para que las organizaciones puedan entregar proyectos con éxito radica en un buen análisis de negocio (business analysis) y para ser bueno en análisis de negocio tienes que ser bueno gestionando los requisitos, sólo el 20% de las organizaciones encuestadas se considera madura en cuanto a la gestión de requisitos Y sólo el 46% de las organizaciones reconoce utilizar un proceso formal para asegurar la validación de los requerimientos.

3. Oportunidades para la industria colombiana y las necesidades del sector salud

Con Asombro, y porque no un poco de incredulidad, escuchaba los datos que presentaba el Ministro David Luna, Titular del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), sobre las necesidades y oportunidades del sector durante su presentación de apertura de la Asamblea Anual de la Federación Colombiana de la Industria de Software y TI (FEDESOFIT), El Ministro indicaba que para el 2018, el país tendrá una brecha de 53.000 profesionales del sector [16], de acuerdo con datos del Observatorio TI, que es una iniciativa del MinTIC y FEDESOFIT. En su columna del diario el Tiempo Miguel Ángel Hernández, publicada en febrero de 2014 [8], citando fuentes del MinTIC, describía la necesidad del País de graduar 12.000 ingenieros por año, Sin embargo, solo 5.000 nuevos profesionales salían a suplir las necesidades de la industria.

Miguel Hernández comentaba también que En Colombia, al 80% los profesionales recién egresados les toma menos de un año encontrar trabajo, con remuneraciones salariales que ubican a la industria TIC en el tercer lugar del escalafón de las actividades económicas con mayor remuneración, siendo superado solo por las actividades científicas y la educación superior privada, pero esa inserción laboral no es tan inocua como debería ser pues el 85% de los egresados no cuentan con los conocimientos precisos que requieren las empresas que les contratan.

Otro dato importante que revelaba el Ministro Luna durante su intervención hacía referencia que las Empresas en el sector TI ofrecen sus productos a dos sectores en especial, Gobierno y Comercio, y solo entre el 6% y el 8% de las empresas concentran sus esfuerzos en tres sectores de la economía: Salud, logística y transporte, según el Informe de caracterización de la industria de Software y Tecnologías de la Información [17], elaborado por el Observatorio de TI a Finales del 2015; teniendo en cuenta lo anterior el Ministro mencionaba que habían grandes oportunidades para las empresas que hoy día ofrecen tanto desarrollo como servicios al sector salud, pues a pesar que la salud es un sector en estado crítico, donde la prioridad es la atención médica y el pago de nómina, la inversión en tecnología queda relegada a un segundo lugar, así sea necesaria, esto contraviene Normas Nacionales e Internacionales que exigen la adopción de Sistemas de

Información que apoyen la gestión de las instituciones y procuren la eficiencia de las mismas.

En Colombia solo el 30% de las clínicas y hospitales tiene historia clínica electrónica [17], a pesar de ser un requisito obligatorio, de acuerdo con la Ley 1438 de 2011 en su parágrafo “transitorio” del Artículo 112, “La historia clínica única electrónica será de obligatoria aplicación antes del 31 de diciembre del año 2013...”. El universo de IPS que todavía no cuenta con historia clínica electrónica se convierte en una oportunidad para los proveedores de TI.

Tomando en consideración que algunos aspectos de la historia clínica están normados por organismos Internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) o la Organización Panamericana de la Salud (OPS), como las Historias para el control del Embarazo o la Historias de Alteraciones del Joven, por mencionar algunas, permite pensar que las historias Clínicas, al menos en la Región Interamericana, serían similares debido a que el acto clínico y las Guías de atención de los pacientes en la mayoría de los casos obedecen a patrones definidos, esto sería una ventaja para las empresa de desarrollo, pero la facturación y los requisitos de la Ley 100 y los propios exigidos por las entidades gubernamentales hacen que los empresarios colombianos puedan responder de mejor manera a los cambios requeridos, mientras las firmas extranjeras que desean hacer presencia en el país no pueden atenderlos con prontitud.

Como lo documenta el estudio de Demanda Por TI En El Sector Salud 2011-2015, realizado en 2015 por el observatorio de TI, hoy día se reconocen en los proveedores locales, fortalezas como el cumplimiento de los requerimientos que impone la regulación y su adaptación al cambio, la calidad de la mano de obra, su experiencia en el sector salud, la calidad de sus productos y servicios, su capacidad de respuesta y el precio, en el caso de los productores extranjeros a su favor tienen la capacidad de investigación, una cultura innovadora, la integración con otras aplicaciones, los niveles de cumplimiento y el músculo financiero, aunque sus debilidades se encuentran en el costo de sus servicios y la dificultad en el soporte, además de no tener soluciones “tropicalizadas” [17].

Otro punto a tener en cuenta es que, en este sector, hay entidades que cuentan con grandes departamentos de tecnología que se encargan del diseño y gestión de desarrollos propios. Sin embargo, se ve una tendencia a cambiar este modelo por uno de outsourcing, las entidades están pasando de un sistema de adquisición

por licenciamiento a uno de software como servicio (Software As A Service, SaaS) con el fin de concentrar los esfuerzos en el CORE del negocio, que es la prestación de servicios de salud o de aseguramiento.

En el estudio de Demanda Por TI también se destacan las oportunidades que se generan con las distintas tendencias que están impactando la salud, tales como la automatización de la historia clínica, la interoperabilidad, la movilidad, el internet de las cosas, el big data, la seguridad de la información y el desarrollo de aplicaciones digitales para usos en salud. En los últimos 15 años la prioridad para el sector era la facturación, pero una vez solucionada esta necesidad, se le empezó a dar prioridad a la automatización de la historia clínica [17]; mediante la Resolución 0429 de 2016, el Ministerio de Salud presentó como parte de la Política de Atención Integral en Salud (PAIS), el Modelo de Atención Integral en Salud (MIAS,) este modelo determina las prioridades del sector salud a largo plazo siendo uno de los diez componentes básicos, la consolidación de las Redes Integradas de Servicios de Salud y la creación de un sistema único de información que permita la gestión de un conjunto mínimo de datos, centrado en el ciudadano, la familia y la comunidad con estándares (semánticos y sintácticos), integrados con interoperabilidad, bajo arquitecturas modulares con interfaces estandarizadas y otras tecnologías disponibles.

De otro lado, considerando que la adopción de tecnologías de la información por parte de la población en Colombia sigue aumentando a un ritmo acelerado según lo descrito por el Informe Global de Tecnología de la Información 2016 del Foro Económico Mundial [9], el país enfrenta nuevos retos orientados a generar soluciones innovadoras que involucren al paciente en el manejo de enfermedades crónicas, el monitoreo remoto de los pacientes y el autocuidado, el desarrollo en aplicaciones que promuevan la atención no presencial, y que permitan facilitarle la vida al paciente con procesos de pre admisión y la entrega en línea de las autorizaciones médicas para una población que está acostumbrada cada día más a hacer todo en línea, y una creciente tendencia al uso de dispositivos *Wearables* para el autocuidado, el uso de redes sociales para que el paciente tenga información oportuna y de primera mano sobre su salud, la implementación de servicios de consulta remota (Telefónica, Correo, Virtual) para tener contacto con un médico sin salir de casa.

Finalmente, el estudio presenta a la tele salud o tele medicina como una tendencia que abre la posibilidad de

nuevos desarrollos. En el caso de Colombia, esta tecnología fue reglamentada por la Ley 1419 de 2010 [20], que establece los criterios de implementación de este modelo que no es más que un conjunto de servicios y métodos de atención en salud a distancia con el uso de aparatos tecnológicos y el acceso a Internet

4. Sistemas de información como herramientas para alcanzar la eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad

Conocidos los Riesgos que conlleva la implementación de sistemas de Información, tan grandes como los requeridos por el sector Salud, y observando las oportunidades que se presentan para las empresas orientadas a ofrecer Desarrollos y servicios para las IPS llega el momento de ver el carácter misional, y porque no social, de estos desarrollos para plantear de nuevo la pregunta ¿Por qué desarrollar Software para el sector salud?

Garantizar el derecho a la salud en igualdad de condiciones para todos es una meta hacia la que toda sociedad quiere avanzar, máxime en una región tan desigual como América Latina y el Caribe. La cobertura universal es un objetivo importante para la mayoría de los países; sin embargo, el contexto para lograr una cobertura universal es difícil: cada día aumenta la presión sobre el gasto en salud. El rápido desarrollo de la tecnología médica, los cambios epidemiológicos y el envejecimiento de la población son algunos de los factores que llevan a los países a incrementar su gasto en salud. Además, como resultado de mejores condiciones de vida y más acceso a información médica, la población tiene expectativas cada vez mayores de lo que debiera ofrecerle el sistema de salud. Al mismo tiempo, los recursos para la salud no han crecido a la par de la demanda, lo que ha generado una brecha creciente. “Ningún país del mundo tiene los recursos suficientes para proveer a todos sus ciudadanos la totalidad de los servicios con los máximos estándares de calidad posibles; cualquiera que crea lo contrario vive en un mundo de fantasía”, dice en un artículo reciente Sir Michael Rawlins, presidente del National Institute for Clinical Excellence [11].

En el 2010, la OMS presentó El informe sobre sobre la financiación de los sistemas de salud en el Mundo, este informe sugiere que entre un 20 y un 40% del dinero invertido en salud se desperdicia [10], y teniendo en cuenta que los recursos del Sistema de salud son finitos y la sostenibilidad de las instituciones que prestan

servicios de salud se hace cada día con mayor dificultad, se requieren Sistemas de Información que apoyen administrativa y clínicamente la gestión de las Instituciones de Salud para alcanzar la eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad en aras de conseguir su objeto social.

En la actualidad, cumplir con el Derecho Universal a la Salud es una tarea que no sólo involucra al área médica, sino también al área tecnológica, ya que a través de las tecnologías de información se pueden mejorar los procesos de atención en salud, como lo mencionó la directora de la Organización Panamericana en 2013, Carissa Etienne: “Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aplicadas a la salud mejoran el acceso a estos servicios, así como su eficiencia y calidad.”

Con el desarrollo y adopción de las tecnologías de información, por parte de las IPS, las Historias clínicas han evolucionado desde el registro tradicional en papel a robustos Sistemas de Información en Salud, considerados de misión crítica y de alta disponibilidad, que permiten atender las necesidades actuales en materia de salud no solo al mejorar los procedimientos de atención a los paciente y sus procesos de referencia, sino también al proporcionar datos estadísticos veraces y a tiempo para la evaluación de las condiciones de salud y por ende, permitan la toma de decisiones oportunas como la distribución de los recursos humanos, infraestructura y materiales.

A nivel mundial, se espera que solo la implementación de Sistemas de Información en Salud como los Expedientes Médicos Electrónicos (EHR, Electronic Health Records) represente un ahorro para el sector global de la salud de US\$78.000 millones entre 2014 y 2019, según Juniper Research. La implementación de los EHR tiende a mejorar la atención y la seguridad del paciente: Las organizaciones informan aumentos en la colaboración de los médicos y reducciones en los errores médicos. Una encuesta de Healthcare Information and Management Systems Society en 2016 reveló que 83% de las organizaciones con entornos de EHR avanzados informan mejoras en la calidad del desempeño del personal clínico.

Al mismo tiempo que los pacientes se sienten más cómodos con las nuevas tecnologías y las organizaciones buscan controlar los costos, los gastos en TI están aumentando y los proyectos se están multiplicando. Se espera que el mercado mundial de salud digital, valorado en 76.723,8 millones de dólares en 2015, crezca calculando una tasa anual compuesta de

crecimiento (CAGR) de 21.0% durante 2016-2022 [19]. Se espera que el segmento mHealth del mercado mundial de la salud digital sea el más rápido crecimiento, un CAGR de 34.0% durante el período de pronóstico, ya que las organizaciones buscan el beneficio para los pacientes y los resultados finales, esto supondrá un mercado de salud digital global de US\$233.300 Millones proyectado del para 2020, en comparación con US\$60.800 millones en 2013 y US\$6.000 Millones Ahorros anuales estimados en Estados Unidos debido a la amplia adopción de la tecnología de tele salud [18].

El mercado mundial de la salud digital está creciendo a un ritmo significativo, debido a la creciente demanda de sistemas avanzados de información de salud, y la creciente inversión por parte de los profesionales de la tecnología de la información de salud. La creciente necesidad de servicios de monitoreo remoto de pacientes, el aumento del apoyo de las organizaciones gubernamentales y la creciente demanda de tecnologías de mHealth también están impulsando el crecimiento del mercado digital de salud digital.

Greg Maudsley, Director de Proyecto Senior en BreastScreen Victoria (BSV), con sede en Carlton, Australia, comentaba que su institución patrocinó un proyecto de gestión de expedientes electrónicos de cinco años, que se lanzó en 2013. Su objetivo era simple: lograr que BSV dejara de utilizar papel para 2018. Para mayo de 2016, 30% de los pacientes reservaban citas en línea y 40% recibía documentos por correo electrónico, como consentimientos informados o resultados de biopsias, lo que se tradujo en un ahorro anual por concepto de franqueo de más de U\$75.000 [18].

5. Que Debemos Considerar Al Desarrollar Sistemas De Información En Salud

Desde que en 1973, la OMS definiera los Sistema de Información en Salud como “una estructura para la recogida, procesamiento, análisis y transmisión de la información necesaria para la organización y funcionamiento de los servicios de salud, así como para la investigación y la docencia” su definición, contexto y requerimientos han venido evolucionando; organizaciones como el Instituto de Medicina (IOM) de EE.UU, la Health Information Management System Society (HIMSS) o la organización Health Level 7 (HL7) han presentado periódicamente reportes sobre los componentes o subsistemas necesarios para los sistemas

de información en Salud. Por ejemplo HIMSS provee una clara definición, atributos y requerimientos esenciales de una EHR (Handler y otros, 2003) [21].

Por su parte HL7 publicó en noviembre de 2009 la Norma ISO/HL7 10781:2009 Electronic Health Record-System Functional Model, Release 1.1 (EHR-S FM) que provee un listado exhaustivo de funciones que pueden estar presentes en un sistema de EHR (Dickinson, Fischetti y Heard, 2004). El listado está organizado con base en la perspectiva de los usuarios (profesionales de la salud) y a través de la creación de Perfiles Funcionales (PF). El EHR-S FM permite una descripción estandarizada de las funciones por nivel de atención (internación, ambulatorio, emergencia), por usuario y por dominio, entre otros. Los PF posibilitan crear un perfil de funcionalidades del EHR-S FM para un objetivo concreto y decidir, con base en dicho perfil, qué funcionalidades debe brindar.

Como veíamos, los últimos años la necesidad de los EHR ha pasado de ser la simple digitalización del registro médico para convertirse en un sistema integrado de información diseñado para gestionar todos los aspectos clínicos, administrativos y financieros de un hospital integrando múltiples sistemas existentes (o componentes) compartiendo información en un repositorio centralizado, como resultado se espera un sistema de información que permita la Gestión de Información de los eventos clínicos, el Manejo de Órdenes médicas y de sus Resultados [12], se requieren Sistemas de Soporte para la toma de decisiones apoyados en Procesos Administrativos [13], Sistemas de Comunicación Electrónica y Soporte al Paciente [14] con el fin de mejorar la prestación de servicios, optimizar el flujo de trabajo, reducir la ambigüedad y mejorar la transferencia de conocimientos entre todas las partes interesadas, incluidos los proveedores de salud, los organismos gubernamentales, la comunidad de proveedores, y pacientes. Además, permita obtener estadísticas generales de pacientes, datos epidemiológicos, de salud laboral y salud pública, entre otros [15].

Desde el punto de vista clínico debe ser posible: el continuo asistencial de la atención, aportando orden y uniformidad de los documentos; información legible, inalterable y disponible y, por lo tanto, accesible; La integralidad de información respecto a la atención, la integración de actividades preventivas, La toma de decisiones según problemas, La evaluación de calidad del servicio y la gestión del conocimiento para actividades como la docencia y la investigación,

respetando la intimidad de las personas y garantizando la confidencialidad de su información, finalmente sirviendo como instrumento único y transversal del equipo de salud.

Teniendo en cuenta lo anterior, si deseamos implementar un sistema de información debemos considerar que existe una gran cantidad de estándares a utilizar, entre los que se puede citar aquellos orientados al intercambio de datos y mensajería electrónica, de terminología, de documentos, conceptuales, de aplicaciones y, por último, de arquitectura (Kim, 2005) [22]., y se hace necesario, desde el punto de vista técnico, conocer los Estándares publicados por el Comité Técnico de ISO sobre informática médica (Technical Committee : ISO/TC 215 Health informatics) como el Modelo Funcional para Sistema de Registro de Salud Electrónico (ISO/HL7 10781:2009 Electronic Health Record - System Functional Model) [3], el Estándares de intercambio de datos (ISO/HL7 27932:2009 Data Exchange Standards - HL7 Clinical Document Architecture, Release 2) [4], los Requisitos para una arquitectura de registro de salud electrónica (ISO 18308:2011 Health informatics - Requirements for an electronic health record architecture) [2], los perfiles propuestos por la Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) [24], incorporar servidores de terminología como SNOMED-CT es el más completo y preciso del mundo, propiedad y distribuido por SNOMED International.

Ya que el propósito primario de la EHR es proveer un registro documentado de la atención médica que apoya las decisiones médicas presentes y futuras de los mismos u otros médicos. Cualquier otro propósito para el que el EHR es utilizada es considerado secundario, como ser: facturación, políticas y planeamiento, análisis estadístico, autorizaciones, etc. el equipo de desarrollo siempre deberá estar acompañado por personal asistencial que sienta que el sistema está desarrollado para ellos, La complejidad del desarrollo para salud y el dominio del mismo trae como consecuencia que los requisitos sean documentados de forma incompleta o incorrecta, debido a que la especificación de requisitos se realiza en base a lo que el personal de ingeniería entendió conforme lo que el equipo clínico le explicó. Esta “interpretación” aumenta los errores en los requerimientos y potencialmente el tiempo de retrabajo en etapas posteriores para corregir estos problemas. Además, se debe dedicar mucho tiempo para entender lo que quiere o necesita el profesional de la salud, lo que puede causar molestia en los profesionales sanitarios, o incluso llega a desanimarlos por que el equipo de

desarrollo está lejos de mostrar los resultados que esperan. Al mismo tiempo hay que considerar que estos profesionales tienen un tiempo muy limitado para dedicarle al proceso de análisis y en general no perciben ningún retorno a cambio de su tiempo. [25]

Como sostiene el Dr. Suresh Sarojani, Director de Tecnología, HCL Avitas, Noida, India, La integración de personal clínicos en el núcleo de los proyectos hace más que solo atender las necesidades de los usuarios. También ayuda con la gestión general de los interesados (pacientes, personal clínico y administración). “Con frecuencia en proyectos de TI, las personas sienten que un proyecto se está haciendo para ellas, pero cuando tienen a alguien en el proyecto que representa sus intereses, los interesados tienen la sensación de que el proyecto se está haciendo con ellos. Eso hace que sea más probable que adopten la tecnología una vez que se haya implementado”. Además, permitirá que el alcance del desarrollo de estos sistemas no se corrompa por necesidades puntuales de un médico o especialidad en particular, pues el mayor desafío es asegurar que una vez que se implemente el EHR, realmente se utilice [18].

6. Consideraciones a tener en cuenta basadas en la experiencia.

Sea cual fuere la metodología de desarrollo que se emplee en la implementación del software hay algunas consideraciones a tener en cuenta

6.1 El comité de Producto

El desarrollo de un Expedientes Médicos Electrónicos, indiferente al nivel de complejidad de la unidad de salud donde se pondrá en operación, tiene como origen de sus requerimientos el entorno normativo del país para el cual se desarrolla, las expectativas del mercado y los procesos de innovación resultantes de la apropiación de estándares tanto de fabricación como del entorno en que se empleara el sistema; en menor medida están los requerimientos detectados durante la fase de implementación del sistema.

Por tal motivo las empresas deberán constituir un organismo de gobierno del producto, el comité de producto, integrado por un grupo interdisciplinario de interesados (*Stakeholders*) formalmente constituido que se reúne periódicamente para analizar, evaluar, aprobar, priorizar o rechazar los requerimientos que se quieren implementar en las próximas versiones o *Releases* del producto. En este comité deberían tener presencia los

representantes comerciales y de operación de la empresa pues ellos presentan las necesidades recogidas directamente desde el cliente o resultantes de procesos de benchmarking, deberá tener representación el equipo de producto encargado de observar y proponer nuevas funciones o adaptaciones para cumplir con los requerimientos normativos así como las necesidades que la aplicación de nuevas tecnologías o estándares de la industria debe tenerse en cuenta, la alta gerencia de la empresa presentando la visión de hacia donde deberá llevarse o donde interesa posicionar el producto y finalmente un grupo de representantes de los clientes, pues involucrarles en el desarrollo garantizará una visión más próxima al usuario final, de esta manera el comité de producto conjuga las diferentes visiones que pudieran tenerse sobre el producto.

6.2 Equipo de Producto

El desarrollo de un Expediente Electrónico, por su complejidad y tamaño, deberá ser responsabilidad de un equipo Integrado por analistas funcionales y técnicos y expertos del dominio (usuarios finales), encabezado por el Gerente o líder de producto (*Product Owner*, si hablamos de SCRUM), pues una única persona no podrá contemplar todos los requerimientos que el proceso de atención asistencial y administrativo de las unidades de salud contempla, ni considerar las necesidades de capacitación requiere la implantación del sistema. El equipo de producto deberá registrar todas las decisiones y recomendaciones que se generan al interior del comité de producto, y a partir de estas construir la hoja de ruta (*Roadmap*) del producto con los objetivos a corto y largo plazo, proyectando las fechas aproximadas en las cuales se espera finalizar cada paquete de nuevas funcionalidades, estas necesidades a su vez se traducen en Historias de Usuario que el equipo de producto incorpora al lista de requerimientos (*Product backlog*), este listado se revisa periódicamente, para Clasificar los requerimientos según el tipo de mantenimiento y Priorizarlos de acuerdo a la importancia de implementación.

6.3 Hoja de ruta e iteraciones

La hoja de ruta, *Roadmap* en inglés, es quizá uno de los elementos de planeación más importante y que toda empresa deberá construir para proyectar el producto que desea implementar, esta hoja de ruta alinea la visión tanto de la empresa y sus objetivos estratégicos, y permite aterrizar estos objetivos a través de sus planes tácticos, que definen un conjunto de metas más

pequeñas (hitos), y sus fechas de consecución conocidas generalmente como *milestone*, por su nombre en inglés. El roadmap deberá estar versionado, de forma se describa el conjunto de funciones que deberán incluirse para cada hito, ya que permite al equipo de desarrollo y a la empresa en general tener una idea entre el estado actual del producto y el futuro, permitiendo una mejor interpretación visual de nuestro producto y sus diferentes versiones a liberar.

Este roadmap deberá revisarse periódicamente quizá de manera trimestral o semestral, y tener un alcance de al menos un par de años, pues esta proyección permite la planeación futura de la empresa respecto a la necesidad de personal, recursos financieros y en general de los proyectos de desarrollo que emprenda la empresa, además de ser una herramienta efectiva de ventas. El roadmap permite al equipo de producto definir que requerimientos deberán ser entregados al equipo de desarrollo (*Development Team*) para su revisión y a partir de allí construir su listado de requerimientos de la iteración (*Sprint Backlog*) y a su vez informar a los interesados para que versión del producto se espera tener liberados los requerimientos recibidos.

Un equipo de desarrollo o una empresa de tecnología sin un roadmap pueden perderse en el día a día y fácilmente olvidar su visión de futuro, es como tener un mapa sin una brújula y peor aún sin un azimut.

6.4 Comité de control de Cambio

La experiencia ha indicado que a pesar de hacer las reuniones diarias (*Daily Scrum*) con el equipo de desarrollo y una comunicación directa y frecuente con los líderes de los diferentes procesos comprometidos con la implementación de los requerimientos, y a pesar de conocer la velocidad de tus diferentes equipos (producto, desarrollo, pruebas) la planeación de las iteraciones se ve de una u otra manera afectada por imponderables que impactan en el progreso de la misma, por esta razón se hace necesario que al menos una vez por semana el gerente del proyecto convoque una reunión de revisión del avance de las iteraciones y evaluar el progreso en cada una de ellas, la medición del trabajo realizado (*burndown*) permite por ejemplo hacer el seguimiento a los acuerdos alcanzados durante la reunión de planeación del sprint, identificar posibles riesgos en el cumplimiento de las fechas de entrega, identificar que tan grande es la desviación de la ejecución respecto a la planeación, identificar posible riesgos y en algunos casos tomar la decisión de reducir el tamaño del listado de requerimientos incluidos en la

iteración o incluso cancelar la iteración. Esta reunión por la general será cita y liderada por el gerente del proyecto (*project manager*).

6.5 Células de Desarrollo

Si bien las metodologías como Scrum proponen que el equipo de desarrollo no deberá tener menos de 3 integrantes y máximo 9, la experiencia indica que el mejor resultado lo alcanzamos implementando células de desarrollo integradas por 2 desarrolladores y 1 tester, pues a medida que se va haciendo la integración continua de los requerimientos liberados, el tester podrá ir adelantando las pruebas individuales de estos, una vez todos las células entregan sus requerimientos y se da por terminada la iteración el equipo de pruebas en pleno podrá realizar pruebas de regresión sobre toda la versión liberada. En la planeación y ejecución de la iteración podrán participar entre 1 y 3 células de desarrollo, tener más de 3 requiere demasiada coordinación, incrementa el riesgo de incumplimiento y aumenta el porcentaje de errores debido a la integración de las fuentes que realizan las células al proyecto de desarrollo.

7. Conclusiones

El CORE de las instituciones de Salud es la prestación de servicios para el cuidado, recuperación o promoción de la salud o aseguramiento de la población, por tanto la primera necesidad de un EHR es el registro de documentado de la Atención médica, en consecuencia el desarrollo del sistema de información debe considerar al personal clínico asistencial como un factor muy importante y clave del éxito del proyecto pues los médicos, enfermeras, técnicos son quienes poseen el conocimiento, son los expertos del dominio.

El componente humano de los proyectos de desarrollo, tanto en salud como en otros sectores, es un factor muy importante, determina si el proyecto será exitoso o si por el contrario fracasa, un equipo emocionalmente maduro, que se siente apoyado e implicado en la toma de decisiones o en el proceso de toma de información resulta clave para estimular al equipo y lograr el éxito del proyecto.

Los proyectos que adoptan y aplican metodologías ágiles en sus procesos de desarrollo tiene una mayor probabilidad de ser exitosos, independientemente de su tamaño, y culminar los proyectos cumpliendo las metas inicialmente establecidas además satisfaciendo las necesidades empresariales para los que son

desarrollados, a la vez que se finalizan dentro del presupuesto y tiempo estimados.

Una comunicación deficiente, o la falta de información, genera corrupción del alcance afectando directamente la gestión de los requisitos, confluendo en el fracaso de la mitad de los proyectos; además si las organizaciones no utilizan un proceso formal o no disponen de los recursos necesarios para desarrollar las tareas necesarias que aseguren la validación de los requerimientos el porcentaje de probabilidad de fracaso se incrementa.

Un solo estándar no será suficiente para el desarrollo del sistema de sistema de información, quizá sea necesario tomar lo mejor de cada uno y amalgamarlos de tal manera que cumplan la necesidad específica que queremos atender, ya sea para representar la información clínica o compartirla a través de la interoperabilidad, de esta manera la tecnología actúa como un soporte transversal a toda organización, diseñando, construyendo y operando sistemas que facilitan la interacción paciente - institución, estamos contribuyendo a salvar vidas.

8. Referencias

- [1] Ministerio de Salud de Colombia, «<http://www.hospitalfernandotroconis.com>.» [En línea]. Available: <http://www.hospitalfernandotroconis.com/wp-content/uploads/2015/03/RESOLUCI%C3%93N-3374-DE-2000.pdf>. [Último acceso: 9 Abril 2017].
- [2] International Organization for Standardization, «ISO 18308:2011 Health informatics -- Requirements for an electronic health record architecture,» 2011.
- [3] International Organization for Standardization, «I 10781:2009 Electronic Health Record-System Functional 2009.
- [4] International Organization for Standardization, «I 27932:2009 Data Exchange Standards -- HL7 Clinical D Architecture,» 2009.
- [5] Project Management Institute, «Pulse of the Profession T Cost of Low Performance,» 2014.
- [6] Ministerio de Salud de Colombia, «Secretaria del 5 Diciembre 1993. [En línea]. A http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_010.html. [Último acceso: 8 Abril 2017].
- [7] S. Hastie y S. Wojewoda, «<https://www.infoq.com>,» 4 2015. [En línea]. A <https://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>. acceso: 18 Abril 2017].
- [8] M. A. Hernandez, «El tiempo.com,» 10 Febrero 2014. [E Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documen13480380>. [Último acceso: 8 Abril 2017].
- [9] World Economic Forum, «The Global Information Tec Report,» 2016.

- [10] Organización Mundial de la Salud, «Informe sobre la salud mundo: LA FINANCIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE S 2010.
- [11] Banco Interamericano de Desarrollo BID, «Planes de bene salud de América Latina: Una comparación regional,» 2014.
- [12] Health Level 7, «ANSI. HL7 EHR-System Functional Release 1.1 July 18, 2012. Chapter 3: Direct Care Functions
- [13] Health Level Seven Internacional, «ANSI. HL7 EHR Functional Model, Release 1.1 Chapter 4: Supportive Fun 2012.
- [14] Health Level Seven Internacional, «ANSI. HL7 EHR Functional Model, Release 1.1. Chapter 5: Inf Infrastructure Functions,» 2012.
- [15] Health Level Seven Internacional., Health Level Sever Internacional., [En línea]. A <http://www.hl7.org/about/index.cfm?ref=common>. [Último 21 Abril 2017].
- [16] Observatorio TI, «<http://observatorioti.co>,» 2016. [En Available: http://observatorioti.co/k_course/deficit-de-profe: en-el-sector-ti-proyectado-a-10-anos/. [Último acceso: 1 2017].
- [17] Observatorio TI, «Informe De Caracterización Del Se Software Y Tecnologías De La Información En Colombia,»
- [18] M. Alderton, «Receta para el Futuro,» PM Network, Agosto
- [19] psmarketresearch, «Global Digital Health Market Size Development, Growth and Demand Forecast to 2022,» 2016
- [20] Ministerio de Salud de Colombia, «[www.secretariasenado. 30 Marzo 2017. \[En línea\]. A \[www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1438_20\]\(http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1438_20\) \[Último acceso: 8 Abril 2017\].](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1438_20)
- [21] T. Handler y y. otros, «HIMSS Electronic Health Definitional Model Version 1.1.,» HIMSS, 2003.
- [22] K. Kim, «Clinical Data Standards in Health Care: Fi Studies.,» Oakland, CA., 2005.
- [23] D. G, F. L y H. S, «HL7 EHR System Functional Model 2004.
- [24] Integrating the Healthcare Enterprise (IHE), «[https://www. Integrating the Healthcare Enterprise \(IHE\), \[En línea\]. A <https://www.ihe.net/Profiles/>. \[Último acceso: 21 Abril 2017](https://www.integratingthehealthcareenterprise.org/)
- [25] P. P. Gutiérrez, «Curso de openEHR en español,» 2016.
- [26] The Standish Group, «Chaos Report,» 1995. [En línea]. A [https://www4.in.tum.de/lehre/vorlesungen/sw/SS2004/files/ andish_Chaos.pdf](https://www4.in.tum.de/lehre/vorlesungen/sw/SS2004/files/andish_Chaos.pdf). [Último acceso: 10 04 2017].

Precisión de los métodos estadísticos para la detección del síndrome de Down en mujeres panameñas

Accuracy of a Static Screening Method for Down's Syndrome in Panamanian Women

Juan José Saldaña Barrios¹, Elia Cano², Carlos Rovetto³

^{1,2,3} Universidad Tecnológica de Panamá

¹juan.saldana@utp.ac.pa, ²elia.cano@utp.ac.pa, ³carlos.rovetto@utp.ac.pa

Resumen— Actualmente, el síndrome de Down es la enfermedad genética más común en Panamá, y las estadísticas más recientes indican que en 2010, 474 niños recibieron tratamientos con síndrome de Down en nuestro país. La detección temprana de los pacientes con síndrome de Down es extremadamente importante porque permite aplicar tratamientos clínicos apropiados que reduzcan las complicaciones que tanto la madre como el bebé tienen durante el embarazo[1]. Sin embargo, no hay biomarcadores adaptados a la región, por lo tanto, existen falsos positivos o falsos negativos durante el resultado. Establecer la exactitud de los biomarcadores actuales sería una contribución para determinar que podemos mejorar los métodos de cribado actuales. Este artículo utiliza datos recientes de cien muestras de biomarcadores y la precisión de sus resultados para sacar conclusiones sobre su uso en mujeres panameñas.

Palabras claves— Ingeniería de Software, Salud Electrónica, Síndrome de Down.

Abstract— Currently, the Down syndrome is the most common genetic condition in Panama, and the most recent statistics indicate that in 2010, 474 children received treatments with Down syndrome in our country. Early detection of Down syndrome patients is extremely important because it allows to apply appropriate clinical treatments that reduce complications which both the mother and the baby occur during pregnancy [1]. Nevertheless, there is no biomarkers adapted to the region, hence exists false positives or false negatives during result. Establish the accuracy of current biomarkers would be a contribution to determine that we can improve on current screening methods. This paper uses recent data from one hundred samples of biomarkers and the accuracy of their results to draw conclusions about its uses in Panamanian women.

Keywords— Software Engineering, eHealth, Down's Syndrome.

1. Introduction

The Down syndrome [2] was first described in 1866 by John Langdon Down in the United Kingdom and his cause was discovered in 1959 due to chromosomal abnormality known as trisomy 21 however we do not yet know why it happens. Down syndrome is a variable combination of congenital malformations caused by trisomy 21. It is the most commonly recognized genetic cause of mental retardation. Down syndrome occurs at conception, across all ethnic and social groups and to parents of all ages, but the age factor increases the risk more after the mother is 35 years old.

There are three methods currently used to determine the risk of having Downs syndrome being them the demographic, using ultrasound and the biochemical

method. In this work, we intent to improve the result obtained in the biochemical methods.

2. Methods for prediction of trisomy 21

There are many factors that increase the risk of having Down's syndrome [3] [4], [5], for example, the age of the mother, if the mother has diabetes or if she smokes, if she has had a previous case of syndrome and her ethnic.

There are a variety of non-invasive and invasive techniques available for prenatal diagnosis of trisomy 21. The methods for estimate of the risk of the existence of trisomy 21 can be divided into invasive and non-invasive test. Invasive diagnosis of trisomy 21 requires sampling of fetal genetic material through amniocentesis or chorionic villus sampling. However, these tests carry a

risk of miscarriage and they are therefore reserved for pregnancies considered to be at high risk of fetal trisomy 21. A Non-invasive prenatal test of trisomy 21 is researched by using ultrasound to measure the amount of fluid at the back of a baby's neck and determines if a baby's nasal bone is present. Babies with chromosomal disorders may accumulate more fluid at the back of their neck during the first trimester.

Another non-invasive prenatal test of trisomy 21 are using fetal specific hormones and proteins biomarkers present in the blood of all pregnant women. This method uses, to calculate the risk, a statistical procedure known as likelihood [6] and it uses a lower and upper limits to determine if the results of the biomarkers are inside or outside of the normal rank. Sometimes the biomarkers results are inside the rank of normal classification but too close to the limits. In these cases, the system shows a negative test but the patients present the illness.

In medical testing, and generally in binary classification, a false positive is an error in data reporting in which a test result improperly indicates presence of a condition, such as a disease (the result is positive), when in reality it is not, while a false negative is an error in which a test result improperly indicates no presence of a condition (the result is negative), when in reality it is present.

2.1 Biochemical Method

Prenatal screening for trisomy21 based on the analysis of biochemical markers in maternal serum has become an established part of obstetric practice in many countries. The screening or screening is a probabilistic technique is applied to a specific population to determine the risk or probability that the object under study suffer from a particular disease. The same is done by setting specific markers and benchmarks to compare the results against the average of the values of the population. When the values of the MOM for its acronym in English Multiple of Median varies relative to the standard, the result is considered positive as presented in figure 1.

2.2 Demographic Method

The calculation of risk is based on the method of calculating risk Likelihood [7] published by Palomaki and Haddow combining the a priori risk for maternal age obtained from the meta-analysis of Cuckle HS, Wald NJ and Thompson, with the likelihood ratio.

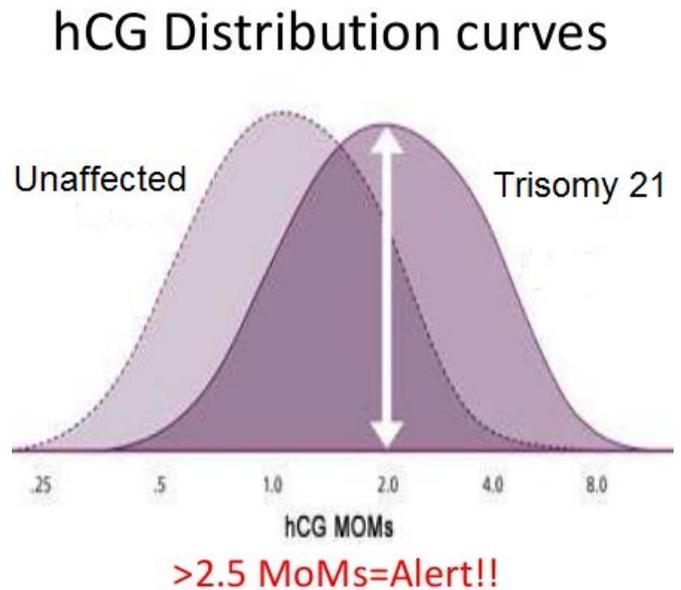


Figure 1. Model.

2.3 Ultrasound Method

By this method, as presented in the presence or absence of the nasal bone is determined and the measurements obtained in the ultrasound vs standard measures pertaining to the week of gestation compared established [8], [9]. If the measurements are outside the average range, it stipulates that there is a risk of trisomy 21. The increased thickness of the nuchal translucency, when the measurement exceeds the thickness of 3mm, is associated with an increased risk of abnormalities chromosomal which in our case is associated with trisomy 21.

3. Accuracy and precision of bio-markers

Biological markers "biomarkers" have been defined by Hulka and colleagues [10] as "cellular, biochemical or molecular alterations that are measurable in biological media such as human tissues, cells, or fluids". However, it is known that no measure is perfect and all measurements have some error associated with them.

It should verify the validity and determine "the sensitivity of that marker" and "predictive power" to check what number of false positives or false negatives can result in a clinical diagnosis.

Accuracy is how close a measurement comes to the truth, represented as a bullseye above. Accuracy is determined by how close a measurement comes to an existing value that has been measured by many, many scientists.

Precision is how close a measurement comes to another measurement. Precision is determined by a statistical method called a standard deviation.

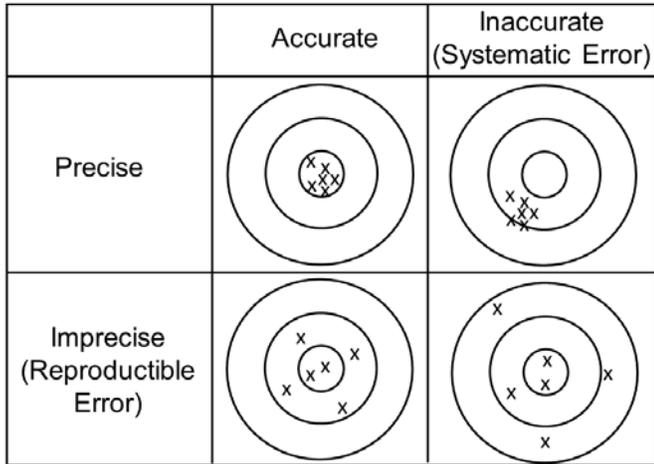


Figure 2. Explanation of Accuracy and Precision.

This classic diagram in figure 2 illustrates the possible combinations of accuracy and precision. The precision measurements both exhibit tight grouping near some portion of the dartboard. The accurate measurements are near the center. To determine if a value is accurate compare it to the accepted value. As these values can be anything a concept called percent error has been developed.

Find the difference (subtract) between the accepted value and the experimental value, then divide by the accepted value as show equation 1.

$$\text{error} = (\text{accepted} - \text{experimental}) / \text{accepted} * 100 \quad (1)$$

To determine if a value is precise find the average of your data, then subtract each measurement from it as show equation 2. This provides a table of deviations.

$$\text{deviation} = (\text{average} - \text{actual}) \quad (2)$$

Standard deviation is how much, on average, each measurement differs from each other, formalized as standard deviation = (deviations for all measurements added together) / number of measurements. A high standard deviation indicates low precision and a low standard deviation indicates high precision. Then average the deviations will give you a value called uncertainty, a

positive or negative value that says how precise the measurement is.

Uncertainty analysis aims to make a technical contribution to decision-making through the quantification of uncertainties in the relevant variables, alike sensitivity analysis. Throughout the following sections deviation values and uncertainty of the data used is calculated.

3.1. Biochemical markers

A Biochemical marker is any measurable biological chemical parameter, which allows to know, for example, the state of a disease or drug response.

Many proteins in the maternal circulation have been found during the time of pregnancy [11]. Many of these are made or modified by the placenta. Differences in levels of some of the proteins have been observed in patients carrying a fetus with Down syndrome and certain other chromosome abnormalities.

The discovery of these slight differences in protein levels has been largely based on observation- we really don't know why they work in most cases. Nevertheless, we can take advantage of these differences in screening protocols. These are referred to as biochemical markers. Certain patterns of biochemical markers have been associated with fetal Down syndrome as well as other conditions.

It is important to know that these proteins change during pregnancy, so interpretation requires a knowledge of the gestational age. Also, the effectiveness of these proteins varies with gestational ages. For example, differences in protein levels may be observed during the second trimester but not the first, while other proteins show differences during the first trimester but not the second.

3.2. Range of the biochemical markers

As mentioned in [12] the current screening methods utilize an upper and lower limit to group a healthy population. The chemical markers results are compared with these limits. Based on this comparison, if two of this group of conditions is presented, the algorithm will throw a positive case. Let say in the test, the AFP has a MoM of 0.48 (Lower than 0.5) and the HCG has a MoM is 2.62 (Greater than 2.5) the algorithm will mark the test as positive with Down's syndrome [13]. If the values of the MoMs are inside the range, the test diagnostic will be negative. The condition's value for each marker are presented in the table 1.

Table 1. Ranges and Meanings of Biomarkers.

Marker	Conditions Value
<u>AFP MoM</u>	Bad if less than 0.5 to 2.5
<u>UE3 MoM</u>	Bad if less than 0.5 to 2.5
<u>HCG-T</u>	Bad if greater than 2.5
<u>INH-A</u>	Bad if greater than 2.5

3.3. Link accuracy probability

The proposed method is based in the study of the bad ranges in the chemical markers with the aim to use the obtained values of the three markers which gives us more reliability in the decision tokened.

As mentioned above the algorithm makes a comparison of the markers, if two markers of the three give us acceptable values, then the result will be negative. Also, if two markers give us abnormal values, then the test is marked as positive with high risk. The omission of one marker could lead us to those states which have values with false positives or false negatives so we need at least three of them.

The difference in the number of markers used influences the result obtained in the calculation of the standard deviation and therefore in the precision due to the error contained. For example, with the values Unconjugates Estriol UE3 = 0.49, Alpha Fetoprotein AFP = 0.52, and Human Chorionic Gonadotropin HCG = 2.50, we can obtain different results depending of the markers used.

Table 2 contains the results in the standard deviation and the error when using two or three markers.

Table 2. Markers, Standard Deviation and Errors.

Markers	Standard Deviation	Error
<u>UE3, AFP</u>	0.505	56.8376068
<u>UE3, HCG</u>	1.495	-27.7777778
<u>AFP, HCG</u>	1.51	-29.0598291
<u>UE3, AFP, HCG</u>	1.17	0

Figure 3 and 4 shows the corresponding graphs to the values obtained in the table 2.

These values were calculated using a sample of the chemical markers of one hundred patients with difference age and ethnic.

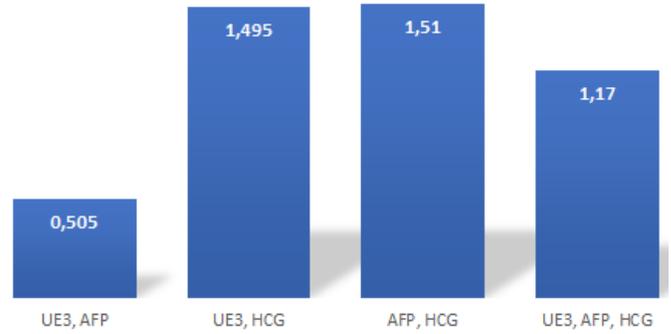


Figure 3. Standard Deviation Calculation Graph when using two or three markers.

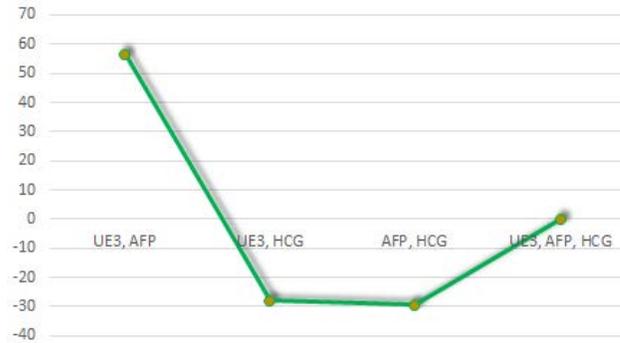


Figure 4. Error calculation when using two or three markers.

The proposed method integrates the three markers with the aim to obtain more precision in the result due that sometimes the used method presents a gap when the values are too close to the limits. For example, if we take the same patient having a MoM of AFP of 0.51 and HCG 2.49, values that are inside the healthy range, the algorithm will throw a negative Down's syndrome test. However, both markers are very close of the limits so in these cases, it is most likely that the patient present a Down's syndrome condition. To work with these three markers is necessary to focus in the proximity of the value that each marker presents to the limits for to compute the result. That is important because when more near is the value of the marker to its limits increase the probability that the patient has Down Syndrome. An example of this case is shown in figure 5:

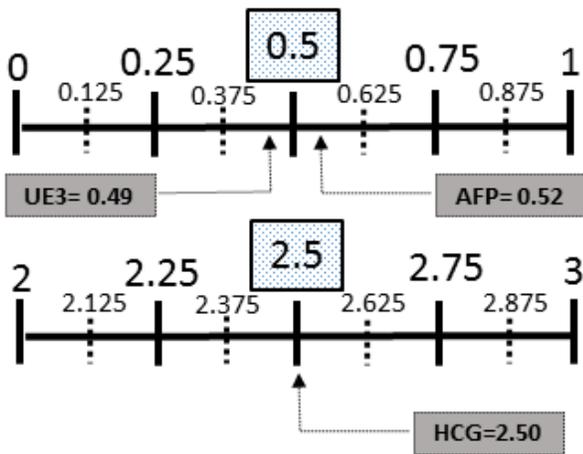


Figure 5. Example of a positive false.

With this value, the test indicates that the patient does not have Down Syndrome but its markers are too close to the limits which state that the possibility to suffer it is high. The decision is taken based on the result of the MoM's value of the three markers. That means that each one has influence on a third part of the global result. This condition leads us to assign equal percent to each one of the markers. The percent is calculated for both, the Lower Limit and Upper Limit markers, taking in consideration the way in which the percent increase for each type of chemical marker, until achieving the 100 percent as shown in the figure 7. We could not apply the same calculation condition for the lower and upper limit because the actual rank is not from 0 to 2.5. The current rank starts from 0.5 to 2.5 so the formula changes.

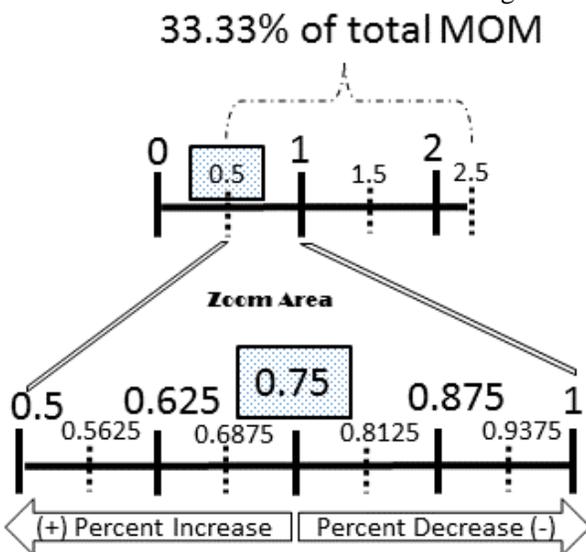


Figure 6. Risk increment direction for LL biomarkers.

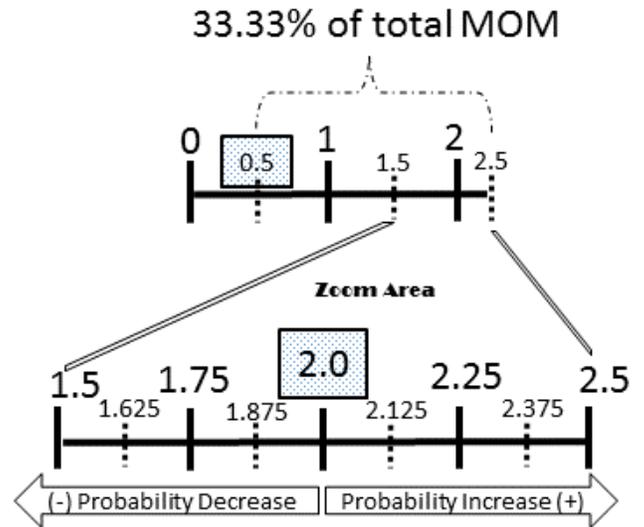


Figure 7. Risk increment direction for UL biomarkers.

Each marker has a limit value given for the range of a healthy population we use this range for to compute the new values for each marker. The next equations compute the rate of confidence for each marker according to the limit value. That is, markers whose limits value are below 0.5 denominate as Lower Limits Rate of Confidence (LL) are compute by equation 3 and the marker whose MoMs limits is upper than 2.5 denominate as Upper Limits Rate of Confidence (UL) is compute by equation 4.

$$LL = \left(\frac{1 - \text{Marker MoM's Value} * 0.3333}{\text{Lower limit value}} \right) \quad (3)$$

$$UL = \left(\frac{(\text{Marker MoM's Value} - 1) * 0.3333}{\text{Upper limit value} - 1} \right) \quad (4)$$

Applying the result obtained of the previous equations we can compute one result of the three markers denominate Test Rate of Confidence (TRC). Equation 5 compute this final result.

$$TRC = \sum UL + LL \quad (5)$$

To compute the Test Rate of Confidence (TRC) with the above equations the following test shown in table 3 was selected from our sample data.

Table 3. Sample data to compute the test rate of confidence TCR.

<u>AFP</u>	<u>UE3</u>	<u>HCG</u>
0.57438	0.66835	2.39302

Applying the equation 3 and 4 for the results of the patient presented in the table 3, the percentage of confidence for each marker is calculated in the equation 6, 7 and 8.

$$AFP = \left(\frac{(1-0.57438)*0.3333}{0.5-1} \right) = 28.37\% \quad (6)$$

$$UE3 = \left(\frac{(1-0.66835)*0.3333}{0.5} \right) = 22.11\% \quad (7)$$

$$HCG = \left(\frac{(2.39302-1)*0.3333}{2.5-1} \right) = 30.95\% \quad (8)$$

After, the confidence rate of the equation 5 is calculated as shown in equation 9:

$$TCR = \sum UL + LL$$

$$TCR = 28.37\% + 22.11\% + 30.95\% \quad (9)$$

$$TCR = 81.49\%$$

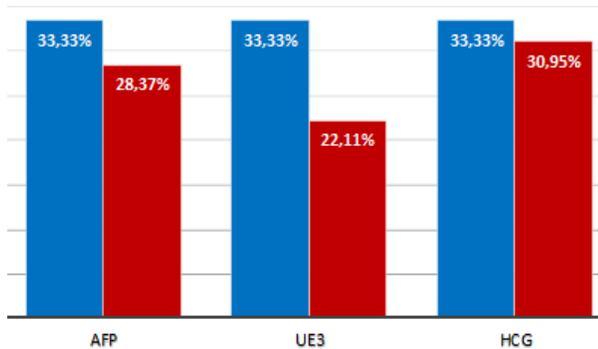


Figure 8. Acceptance rate obtained for each marker.

4. Results

The sum of the value of the confidence rate for all the markers is 81.43%. Even though the normal test will throw a negative Downs syndrome result because the MoMs are inside the healthy range, based on this method, we could argue that the mother present a high risk of

having a baby with this aneuploidy. Figure 8 shown graphically the high risk of this values.

5. Conclusion

This work presents a mathematical model to calculate a percentage rate of confidence of the current static method applied to calculate the risk of having Down's syndrome or not. This percentage rate of confidence will provide to the specialist a clue of how accurate the test is, even though it throws a correct output or a false positive or false negative case.

The intention of this work is to provide a second layer of estimation to improve the risk estimation and facilitate the work of the gynecologist and fetal screening health specialist.

6. Acknowledgment

This work is done in the Technological University of Panama with the help of Jaime Jesus Pimentel and Catherine Herrera, specialist in prenatal screening.

7. References

- [1] J. J. Saldaña B, C. Rovetto, E. Pitti, and M. Vargas, "Modelado formal de la metodología para la predicción de pacientes con Síndrome de Down en Panamá," 2015.
- [2] Y. Yaron *et al.*, "Second-trimester maternal serum marker screening: Maternal serum α -fetoprotein, β -human chorionic gonadotropin, estriol, and their various combinations as predictors of pregnancy outcome," *Am. J. Obstet. Gynecol.*, vol. 181, no. 4, pp. 968–974, Oct. 1999.
- [3] SBP Software SL, "Programa para la detección de la trisomía 21." 2007.
- [4] P. A. Benn, "Advances in prenatal screening for Down syndrome: I. General principles and second trimester testing," *Clin. Chim. Acta*, vol. 323, no. 1–2, pp. 1–16, Sep. 2002.
- [5] P. Benn, J. Clive, and R. Collins, "Medians for second-trimester maternal serum alpha-fetoprotein, human chorionic gonadotropin, and unconjugated estriol; differences between races or ethnic groups.," *Clin. Chem.*, vol. 43, no. 2, pp. 333–7, Feb. 1997.
- [6] Molina García and Francisca S., "Métodos de cribado de aneuploidías en diagnóstico prenatal," *Diagnóstico Prenat.*, pp. 92–96, May 2011.
- [7] W. J. Kleijer, M. L. T. van der Sterre, V. H. Garritsen, A. Raams, and N. G. J. Jaspers, "Prenatal diagnosis of the Cockayne syndrome: survey of 15 years experience.," *Prenat. Diagn.*, vol. 26, no. 10, pp. 980–984, 2006.
- [8] N. J. Wald *et al.*, "Maternal Serun screening for Down \hat{a} cTM s syndrome in early pregnancy," vol. 297, no. October, pp.

- 883–887, 1988.
- [9] H. Cuckle, N. Wald, and S. Thompson, “Estimating a woman’s risk of having a pregnancy associated with Down’s syndrome using her age and serum alphafetoprotein level,” *Int. J. Gynecol. Obstet.*, vol. 26, no. 2, p. 336, Apr. 1988.
- [10] T. M. Reynolds and M. D. Penney, “The Mathematical Basis of Multivariate Risk Screening: With Special Reference to Screening for Down’s Syndrome Associated Pregnancy,” *Ann. Clin. Biochem. An Int. J. Biochem. Lab. Med.*, vol. 27, no. 5, pp. 452–458, Sep. 1990.
- [11] B. W. Matthews, “Comparison of the predicted and observed secondary structure of {T4} phage lysozyme,” *Biochim. Biophys. Acta - Protein Struct.*, vol. 405, no. 2, pp. 442–451, 1975.
- [12] W. Gyselaers *et al.*, “Screening for trisomy 21 in Flanders: a 10 years review of 40.490 pregnancies screened by maternal serum.,” *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.*, vol. 115, no. 2, pp. 185–9, Aug. 2004.
- [13] J. Saldaña and M. Vargas-Lombardo, “eHealth Management Platform for Screening and Prediction of Down’s Syndrome in the Republic of Panama,” *E-Health Telecommun. Syst. Networks*, vol. 3, no. 3, pp. 33–42, Sep. 2014.

Diseño y manufactura de pie Protésico

Design and manufacturing of a prosthetic foot

John Alexander Hernández Martín ^{1*}, Luis Alberto Parra Piñeros ², Cesar Augusto Pinzón Pinzón ³, Oscar Heli Bejarano Peña ⁴,
Jairo Alberto Romero Gutiérrez ⁵, Pedro Eladio García Benavides ⁶

¹ Investigador Principal Centro de diseño y Metrología, ² Líder SENNOVA Centro de Diseño y Metrología, ³ Instructor
investigador Centro de Diseño y Metrología, ⁴ Instructor investigador Centro de Diseño y Metrología, ⁵ Instructor investigador
Centro de Diseño y Metrología, ⁶ Instructor investigador Centro de Diseño y Metrología,

¹ jhonmartin56@gmail.com, ² ingluisparrap@misena.edu.co ³ yoper7@gmail.com, ⁴ ohbejarano@misena.edu.co,
⁵ jairoa.romero@misena.edu.co, ⁶ pedro.garcia@misena.edu.co

Resumen—El término prótesis hace referencia al dispositivo que sustituye o compensa la pérdida de un miembro perdido, para el caso objeto de estudio, se da en una prótesis de miembro inferior, en el caso de una amputación de miembros inferiores a nivel transtibial, el pie es el elemento ausente más significativo ya que asume la estabilidad mínima del cuerpo del paciente, además de interferir en el balance intrínseco del cuerpo humano. Por lo anteriormente descrito uno de los pilares más importantes de la investigación consiste en el desarrollo y ensamble de un pie protésico que cumpla con las características morfológicas, físicas y mecánicas de pie a sustituir en las prótesis propias de nuestros pacientes caso de estudio.

Palabras Clave— Pie, Amputación, Pie Protésico, Cosmesis.

Abstract—The term prosthesis refers to the device which substitutes or compensates the loss of a limb; this case study addresses a prosthesis in a lower limb, for the case of transtibial amputation. The foot is the most meaningful absent element, since it assumes minimum stability of the patient's body and interferes in the intrinsic balance of human body. Because of this, one of the most meaningful pillars of this research consists on the development and manufacturing of a prosthetic foot, which complies with the physical, morphological and mechanic characteristics of the foot to be replaced in the prosthetics proper to the patients who are case of study.

Keywords— Amputation, Cosmesis, Foot, Prosthetic foot.

1. Introduction

Currently, there is a number of prosthetic feet in the market for individuals with transtibial amputation. All of these elements ultimately intend to increase the degree of wellbeing to be offered to the patient; this degree of wellbeing includes elements with a paramount importance, such as size, aesthetics and cost. These factors are rather relevant when implementing a prosthetic component [1]. There are substantial differences as to purpose, materials used in assembly and nominal cost of each of the feet available in the market. Generally, we can describe the fundamental characteristics as follows: *conventional feet* refer to feet with zero energy storage potential, such as the Sach type. Another type of foot is *energy storing foot*, which intends, as pointed out by its name, storing some sort of

energy and returning it in the function of walking. Finally, *bionic feet*, which at some point of walking generate autonomous type movement, which produce movement at some degrees of liberty, based on angular signals or electric potential; this movement is immediately transferred to some of the stages of walking [2] [3] [4]

Current research determines that results on the different types of feet are still not conclusive, meaning they do not display efficient results along walking cycle and even less over a prolonged period of around 30.000 use cycles. Feet with a more favorable result in walking cycle are the ones that store and somehow return energy to the general cycle of walking, since they are not made out of complex elements which depend on programming or patient adaption, but rather their natural founding lies in the use

of high-density compounds and geometrical design which mechanically compensate both dorsiflexion and plantarflexion at patient's walk. [5] [6] [7]. The fundamental purpose of this type of research in the field of orthopedic devices is being able to imitate the biomechanics of human ankle through components which display some sort of relevance when augmenting the levels of wellbeing for the patient, this is what our research seeks, "making a difference" [3].

Making proper analysis, it becomes necessary to have basic functionality, mechanic and esthetic characteristics to be born in mind for appropriate design of a component. Here, we will include the parameters used at the beginning of the design (they correspond to the first stage of the project).

- Patient's body mass: 80 kg
- Shoe size: 34
- Height: 1.70 m
- Activity level: 3
- Stump length: middle third
- State of the stump: Optimum conditions
- Articulation status: Preserved
- Muscular strength: 4
- Maximum foot length: 5 cm
- Dorsiflexion: 20°
- Plantarflexion: 50°
- Manufacturing material: Carbon fiber.

If we put these parameters to good use, it will be possible to fully restore vital elements of the foot, such as weight, cosmesis and durability, besides generating appropriate time to achieve balance between walk and accumulated energy immerse in the component [8] [9]; this type of balance is easily verifiable with a walk analysis through a walk behavior laboratory, where the different stages of prosthesis manufacturing are analyzed [10] [11].

Walking pattern is a set of well-articulated movements, which make up a total that can become daily in a person's life. On the other hand, patient's movement can be affected by a great number of anomalies; the most worth noting ones are:

- Diabetes.
- Cerebrovascular accidents.
- Paralysis of lower limbs or other types of paralysis (cerebral).
- Dystrophy of some type.

- Accidents which lead to amputation (Victims of armed conflict)[12, 13] [14], among others. These can lead to the presence of permanent limitations and conditions of disability [15].

An important reference, given that World Health Organization-OMS does not state that 15% of population suffer some type of disability and indicators in this study lead to believe that this figure is on the rise, and that population numbers with this condition is increasing. For Colombia, the 2005 census from the National Administrative Department of Statistics (Departamento Administrativo Nacional de Estadística en Colombia – DANE) [16], the analysis shows statistics by department on people's disabilities. Most relevant parameters indicate that the departments with the highest figures of disability are Cali (Valle del Cauca), Antioquia and Bogotá. According to this analysis, the official figure for this year suggests that in Colombia there are 2'624.898 disabled people. Off the record, by 2015 the WHO claimed the same indicator to be 3'051.217. For specifically physical disabilities, the figure corresponds to 29,3% of the population, according to the same statistics [17] [18].

This analysis generates the necessity of designing and implementing our own prototype, according to geographic, labor and socioeconomic considerations; which complies with morphological parameters of the patients who have suffered amputation due to the armed conflict, disabled soldiers, whose average weight ranges 80 Kg. These factors, along with proper alignment [19], and further walking analysis [20] [21], can provide a prototype capable of resisting high impact and functionally accommodating to the design parameters required [22].

2. General analysis of prosthesis

The analysis of prosthesis begins with the parameters taken into account when designing the prosthetic component, which will not be discussed, as they have been thoroughly treated in previous papers [23].

The elaboration of the foot in carbon fiber is determined starting from the design and specifications, based on anthropometric and biomechanical measurements, specific to the patients object of study.

First, sketches are modeled by specialized staff of the school of orthopedic technology of the Centro de Diseño

y Metrología-SENA Center for Design and Metrology-SENA.

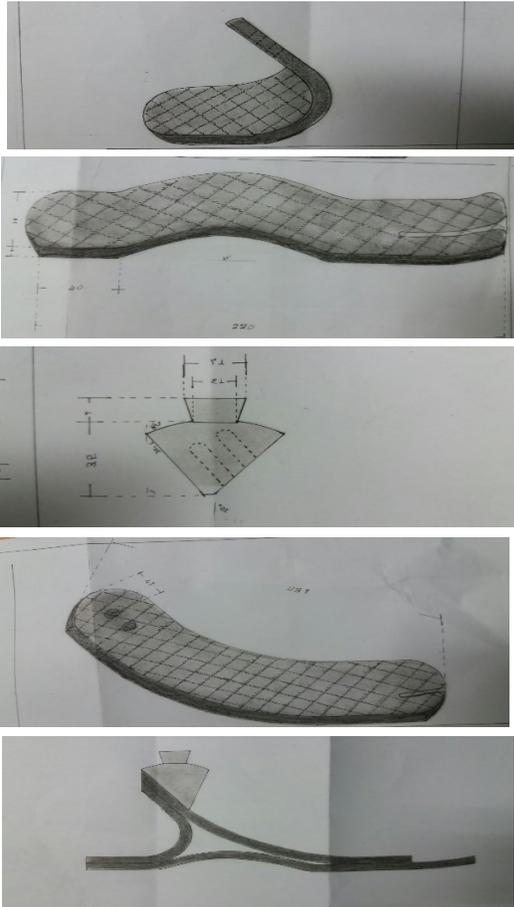


Figura 1. a) Ankle b) Sole c) Adapter d) Instep e) General.

Next, the design is elaborated using micro porous sheets.



Figura 2. General assembly in micro porous sheets.

3. Full articulation assembly

In the general prosthesis assembly, the first step is making molds in plaster to make each of the components which compose the device, complying with required dimension (activity, weight, length, width, thickness, degrees, height).

Afterwards, the first tests were made with molds, using 100 grs of acrylic resin; 6 strips of carbon fiber were cut bidirectionally at 90°; the six layers of fiber were put in the mold, and the resin was poured inside. The mold was pressed until hardened for four (4) hours; then it was extracted from the mold and burr was removed from the pieces obtained. Uniformity and resistance of the piece were checked (Stencil, heel, instep, adapter) in anticipation for assembly. This process was repeated with each of the pieces forming the model.



Figura 3. a) Stencils b) Mold c) Assembly.

Once all the pieces have been obtained, and their quality has been checked, they are assembled, paying special attention to proper alignment and fitting.

Proper adaptation is checked when assembling the components, thus determining the alignment recommended and optimal for socket and prosthetic foot respectively.

4. Model analysis and results by finite elements

To begin the analysis, the prosthesis was defined in a model format *.igs for proper visualization and software

adjustment during the use of the structural analysis module. In the first step, the prosthesis was visualized fully and all components were verified.

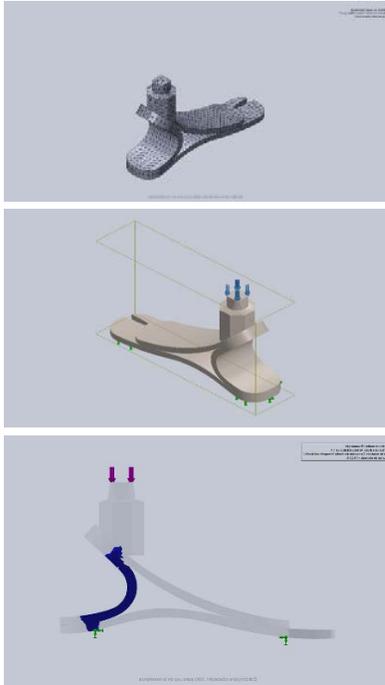


Figura 4. a) Tetragonal mesh b) Forces implementation c) Forces applied on critical elements.

When mesh visualization was finished, a single load vector was applied, corresponding to 100Kg, located in the zone where the previously analyzed socket or adapter will be placed. The load is studied as follows (figure 4) and it is verified to make sure it is not tilted.

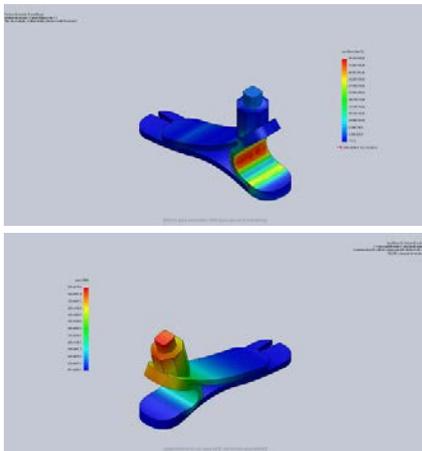


Figura 5. a) Von Mises tension force 100Kg. b) Implementation of forces focused on the adapter.

Tabla 1. Results of the static analysis for tension.

Name	Type	Min.	Max.
Tension	VON: von Mises tension	717.23 N/m ² Node: 10111	5.63708e+007 N/m ² Node: 12505
Static analysis feet- Tensions			

Tabla 2. Results of static analysis for displacement.

Name	Type	Min.	Max.
Displacements 1	URES: Resulting displacement	0 mm Node: 6919	0.045 1218 mm Node: 699
Static analysis foot- displacements			

Tabla 3. Results static analysis for deformations.

Name	Type	Min.	Max.
Unitary Deformation	ESTRN: Equivalent Unitary Deformation	3.82251e -009 Element: 5949	0.0001715 92 Element: 7141

Mostly, foot components display aggressive curve radiuses and fatigue failure possibility, due to the permanent load cycle it will endure. Therefore, breaking points, displacements and deformations, were revised, as seen in tables 1,2 and 3. In latter manufacturing, these issues will be corrected.

5. Conclusions

In the first test with molds, we could prove that it is not functional, due to the limited space of the piece for proper

accommodation of carbon fibers.

Mostly, foot components display aggressive curve radiuses and fatigue failure possibility, due to the permanent load cycle it will endure.

For the case of the ankle, it is necessary to comply with active flexion and extension movements in the load and balance phase, in order to resemble static and dynamic movements (cinematics) of physiological walk.

Foot must respond to mechanical functions of ankle component and assume functions proper to said component.

6. References

- [1] C. Curtze, A. L. Hof, H. G. van Keeken, J. P. Halbertsma, K. Postema, and B. Otten, "Comparative roll-over analysis of prosthetic feet," *Journal of biomechanics*, vol. 42, pp. 1746-1753, 2009.
- [2] J. D. Ventura, G. K. Klute, and R. R. Neptune, "The effect of prosthetic ankle energy storage and return properties on muscle activity in below-knee amputee walking," *Gait & posture*, vol. 33, pp. 220-226, 2011.
- [3] H. Masum, S. Bhaumik, and R. Ray, "Conceptual Design of a Powered Ankle-foot Prosthesis for Walking with Inversion and Eversion," *Procedia Technology*, vol. 14, pp. 228-235, 2014.
- [4] A. Mai and S. Commuri, "Intelligent control of a prosthetic ankle joint using gait recognition," *Control Engineering Practice*, vol. 49, pp. 1-13, 2016.
- [5] D. Heitzmann, J. Block, M. Alimusaj, and S. Wolf, "Evaluation of a novel prosthetic foot while walking on level ground, ascending and descending a ramp," *Gait & Posture*, vol. 42, pp. S94-S95, 2015.
- [6] A. D. Segal, K. E. Zelik, G. K. Klute, D. C. Morgenroth, M. E. Hahn, M. S. Orendurff, *et al.*, "The effects of a controlled energy storage and return prototype prosthetic foot on transtibial amputee ambulation," *Human movement science*, vol. 31, pp. 918-931, 2012.
- [7] B. W. Townsend and B. K. Claudino, "Prosthetic foot with tunable performance," ed: Google Patents, 2003.
- [8] K. Z. Takahashi and S. J. Stanhope, "Mechanical energy profiles of the combined ankle-foot system in normal gait: insights for prosthetic designs," *Gait & posture*, vol. 38, pp. 818-823, 2013.
- [9] M. Van der Linden, S. Solomonidis, W. Spence, N. Li, and J. Paul, "A methodology for studying the effects of various types of prosthetic feet on the biomechanics of trans-femoral amputee gait," *Journal of biomechanics*, vol. 32, pp. 877-889, 1999.
- [10] B. A. Ebrahimi, S. R. Goldberg, and S. J. Stanhope, "Changes in relative work of the lower extremity joints and distal foot with walking speed," *Journal of Biomechanics*, 2017.
- [11] D. Rusaw and N. Ramstrand, "Sagittal plane position of the functional joint centre of prosthetic foot/ankle mechanisms," *Clinical Biomechanics*, vol. 25, pp. 713-720, 2010.
- [12] R. Diaper, E. Wong, and S. A. Metcalfe, "The implications of biologic therapy for elective foot and ankle surgery in patients with rheumatoid arthritis," *The Foot*, 2017.
- [13] P. Seng, F. Theron, E. Honnorat, D. Prost, P.-E. Fournier, and A. Stein, "Raoultella ornithinolytica: An unusual pathogen for prosthetic joint infection," *IDCases*, vol. 5, pp. 46-48, 2016.
- [14] D. C. Morgenroth, A. D. Segal, K. E. Zelik, J. M. Czerniecki, G. K. Klute, P. G. Adamczyk, *et al.*, "The effect of prosthetic foot push-off on mechanical loading associated with knee osteoarthritis in lower extremity amputees," *Gait & posture*, vol. 34, pp. 502-507, 2011.
- [15] S. Portnoy, A. Kristal, A. Gefen, and I. Siev-Ner, "Outdoor dynamic subject-specific evaluation of internal stresses in the residual limb: hydraulic energy-stored prosthetic foot compared to conventional energy-stored prosthetic foot," *Gait & posture*, vol. 35, pp. 121-125, 2012.
- [16] C. G. de la Nación, "Primer informe de seguimiento y monitoreo de los entes de control a la ley 1448 de 2011 de víctimas y restitución de tierras," ed: Bogotá, 2012.
- [17] A. a. Victimas, "Direccion Contra Minas, Ministerio De Postconflicto Derechos Humanos Y Seguridad," 2016.
- [18] C. I. D. L. C. ROJA, "Minas terrestres: legado de la guerra," 2016.
- [19] S. Litzenberger, A. Sabo, and F. K. Fuss, "Effect of different mounting angles of prosthetic feet dedicated to sprinting on reaction forces," *Procedia Engineering*, vol. 147, pp. 490-495, 2016.
- [20] B. Altenburg, M. Bellmann, T. Schmalz, J. Sottong, and S. Blumentritt, "Biomechanical investigation of currently available microprocessor controlled prosthetic feet," *Gait & Posture*, p. S94, 2015.
- [21] A. Eisner, J. Rosati, and R. Wiener, "Experimental and theoretical investigation of particle-laden airflow under a prosthetic mechanical foot in motion," *Building and Environment*, vol. 45, pp. 878-886, 2010.
- [22] P. Taboga and A. M. Grabowski, "Axial and torsional stiffness of pediatric prosthetic feet," *Clinical Biomechanics*, 2017.
- [23] J. H. Martin., L. A. P. Piñeros., and G. A. M. Mendieta. (2016, DESIGN AND IMPLEMENTATION OF TRANSTIBIAL PROSTHESIS. [results]. 6.

Prototipo de guía didáctica para la enseñanza – aprendizaje de la Física en ingeniería mediada por herramientas digitales disponibles en la web – Uso de simuladores

Prototype teaching guide for teaching - learning Physics in engineering mediated by digital tools available on the web - Use of simulators

Jaime Malqui Cabrera M.¹, Irlesa Indira Sánchez M.², Ferley Medina Rojas³, Juan Manuel Arias Rojas⁴

¹Departamento de Ciencias Básicas, ^{2,3}Ingeniería de Sistemas, ⁴Estudiante de Ingeniería Industrial X Semestre, Universidad Cooperativa de Colombia, Neiva

¹jaime.cabrera@campusucc.edu.co, ²irlesa.sanchez@campusucc.edu.co, ³ferley.medina@campusucc.edu.co, ⁴juanm.ariasr@campusucc.edu.co

Resumen– Este artículo muestra la estructura de un prototipo de guía didáctica de laboratorio para la enseñanza – aprendizaje de la Física en ingeniería mediada por herramientas digitales disponibles en la web – Uso de simuladores –, explica las partes que constituyen el prototipo y presenta algunas consideraciones y recomendaciones metodológicas para el uso del prototipo, el prototipo se presenta como una herramienta didáctica que profesor o estudiante puede utilizar para complementar el trabajo presencial de aula, en cualquier espacio – tiempo, sustenta por qué el prototipo es una solución a las restricciones físicas y económicas relacionadas con la simulación de los fenómenos físicos en ambientes controlados en el laboratorio presencial; enseña las conclusiones más importantes del estudio y por ultimo invita a una reflexión sobre los usos de las tecnologías en educación y cambio de paradigmas educativos.

Palabras claves– Aprendizaje, Enseñanza, Física, Guía didáctica, Prototipo, Simulador.

Abstract– This article shows the structure of a prototype of a didactic laboratory guide for teaching - learning Physics in engineering mediated by digital tools available on the web - Use of simulators - explains the parts that constitute the prototype and presents some considerations and recommendations Methodological for the use of the prototype, the prototype is presented as a didactic tool that teacher or student can use to complement classroom work, in any space - time, supports why the prototype is a solution to related physical and economic constraints With the simulation of physical phenomena in controlled environments in the face-to-face laboratory; Teaches the most important conclusions of the study and finally invites a reflection on the uses of technologies in education and change of educational paradigms.

Keywords– Learning, Teaching, Physics, Teaching guide, Prototype, Simulator

1. Introducción

El auge de portales web compuestos por animaciones (simuladores) en el campo de la física y su utilización como herramienta educativa en el campo de las ciencias físicas ha permitido el surgimiento en los últimos años del uso de estas herramientas digitales como recursos complementarios que se pueden utilizar en el aula o fuera de ella para mejorar la calidad de los procesos de enseñanza – aprendizaje. Además, como recursos que contribuye a la solución de necesidades educativas de

tipo económico, cobertura, distancia, tiempo y espacio (planta física). Cuando estas animaciones ofrecen la capacidad de retroalimentación, es posible desarrollar con ellas laboratorios virtuales (Gallego Gutiérrez & Caicedo Ortiz, 2012) [1]

De acuerdo con lo anterior, en este artículo se presenta el desarrollo de un prototipo de guía didáctica para la enseñanza – aprendizaje de la física mediada por herramientas digitales disponibles en la web – uso de simuladores – Los simuladores computacionales de sistemas físicos que se usan en el diseño del prototipo

están disponibles en la web y se pueden utilizar referenciando derechos de autor, siempre y cuando sus fines de uso sean educativos sin ánimo de lucro.

Para el desarrollo del prototipo se consideró el contenido del curso de física mecánica, tema cinemática, ofrecido en los tres programas de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia en su sede Neiva. Para la elaboración del contenido teórico del prototipo se emplean los libros base del curso texto de Serway (Serway & Jewett, 2008) [2] y el texto de Sears Zemasky (Hugh D & Freedman, 2009) [3]. Además, se hace uso de YouTube para apoyar los contenidos con videos motivadores y uso de Quisteditor para realizar las pruebas de conducta de entrada y salida al laboratorio.

En el libro *Ingenieros y las Torres de Marfil*, Hardy Cross le atribuye a la ingeniería *la adaptación de la ciencia a las necesidades humanas* (Cross, 1971) [4]. Un ingeniero debe ser capaz de utilizar el conocimiento científico para la solución de problemáticas humanas. La física hace parte importante en este grupo selecto de ciencias, porque el entendimiento de los fenómenos físicos le permite llevar a cabo propuestas de solución o mejora de las condiciones humanas.

La física es una ciencia experimental, por lo tanto, demanda la implementación de ambientes y/o espacios controlados para la simulación de los conceptos teóricos (Referencia Propia). Los laboratorios son una manera de contribuir a la consolidación del conocimiento adquirido durante las clases, porque favorece la experimentación y motiva el descubrimiento empírico de los fenómenos estudiados (Echeverry Londoño, Arenas Valencia, & Bohórquez Bedoya, 2015) [5]. En los laboratorios de física los estudiantes adquieren y desarrollan destrezas y habilidades en el manejo de materiales y/o herramientas y en el procesamiento de datos experimentales alcanzando el desarrollo de competencias de tipo comunicativas y tecnológicas.

El rápido crecimiento tecnológico propicia la generación de nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje que conduzcan a la formación de profesionales con capacidades y competencias acordes a las necesidades de una sociedad cambiante (Bullones García, Vivas Cortéz, & Caseres, 2015) [6]. En los últimos años, la incorporación de los laboratorios virtuales a la educación se ha convertido en una de las estrategias más relevantes porque facilita la enseñanza y aprendizaje de diferentes disciplinas (Gúzman Luna, Durley Torres, & López Bonilla, 2014) [7].

En la actualidad existe una cantidad considerable de simuladores que proporcionan una forma didáctica e

interactiva de aprender física. Desafortunadamente, muchos de los programas de simulación con carácter educativo son considerados como *instrumentos cerrados*, porque no permiten la modificación de su estructura acorde a las actividades académicas previamente diseñadas por el docente (Cruz Ardila & Espinosa Arroyave, 2012) [8]. Pero la dificultad para cambiar las metodologías ya establecidas es un impedimento para la incorporación de otras herramientas web.

¿Pero, Qué es un simulador

Representa un conjunto de instrucciones ejecutadas mediante un ordenador (Zornoza Martinez, 2006) [9], que permite virtualmente reproducir, explorar y manipular situaciones basada

en la realidad. Así, el usuario adquiere habilidades, hábitos y competencias que difícilmente conseguiría sólo con el manejo de la teoría (Navarro & Santillán, 2011) [10], logrando la experiencia directa sin la necesidad de alterar los fenómenos de la naturaleza o esperar hasta que estos sucedan.

En materia educativa los simuladores se han vuelto necesarios para ofrecer a los estudiantes un medio de experimentación en donde refuercen su capacidad de observación, análisis y toma de decisiones. Se presentan como un medio interactivo y dinámico que les brinda la oportunidad de recrear escenarios complejos de la naturaleza pudiendo aplicar los conocimientos teóricos, hacerlos conscientes (sean negativos o positivos) y sobre cómo pueden éstos afectar el medio.

Los simuladores pueden ser aliados del docente para motivar a los educandos y aproximarlos a una realidad, guiarlos en la adquisición de destrezas necesarias para enfrentarse a diversas situaciones sean de la física o las matemáticas, las ingenierías o la medicina, en lugar de solo suponerlas. Se convierten en el medio de entrenamiento ideal para bajar los costos que implica una verdadera experimentación en laboratorio (instrumentación, recursos materiales y personal auxiliar).

Acerca de las guías de laboratorio.

El uso de herramientas digitales en el proceso de enseñanza – aprendizaje no los mejora por sí solo, por lo cual es necesario hacer uso de un enfoque pedagógico adecuado que permite el correcto uso de material didáctico en la enseñanza - aprendizaje de la física, lo cual se ve reflejado en un correcto diseño e

implementación de guías de laboratorio que orienten el desarrollo de prácticas de laboratorio.

Generalmente, la forma de llevar a cabo las prácticas de laboratorio es por medio de una *Guía de Laboratorio*, la cual es un procedimiento estructurado que da a conocer las características específicas del fenómeno estudiado en el laboratorio. Sin embargo, este esquema de aprendizaje se concentra en la explicación teórica de los eventos observados, dejando a un lado su aplicabilidad en la ingeniería práctica. Además, este enfoque educativo tradicional no permite la integración de las expectativas, intereses y motivaciones del estudiante con los contenidos temáticos (Echeverry Londoño, Arenas Valencia, & Bohórquez Bedoya, 2015) [11].

Por otra parte, la estructura de una *Guía de Laboratorio* no fue diseñada para que el estudiante plantee ideas o investigue las correlaciones con su futuro profesional, más bien se construyó para comprobar las variables relacionadas. Por ejemplo, si se enseña sobre la segunda ley de Newton, la práctica de laboratorio se realiza con el fin de evaluar la relación existente entre la fuerza, la masa y la aceleración, restringiendo al estudiante la posibilidad de observar el fenómeno desde un punto de vista más cercano a su realidad profesional.

Las integraciones de herramientas tecnológicas en las Guías de Laboratorio pueden llegar a tener resultados significativos en el aprendizaje, porque estas permiten al estudiante acceder a contenido digitalizado que el docente puede utilizar para reforzar y profundizar en competencias relacionadas con el saber hacer (Rodríguez Arroyave & Ramírez Echeverri, 2007) [12]. A pesar de las ventajas ofrecidas por nuevas tecnologías de la información y la comunicación, es necesaria la verificación de la aceptación con el fin de establecer mejoras comparativas respecto al sistema tradicional (Cabrera Medina, 2014) [13].

El desarrollo de un prototipo didáctico para la enseñanza – aprendizaje de la física mediado por simuladores disponibles en la web y el uso de herramientas tecnológicas no conlleva a prescindir de la acción del docente, al contrario, él juega un papel importante en la construcción de una enseñanza eficaz (Fonseca, Hurtado, Lombana & Ocaña, 2006) [14]. Por lo cual, es pertinente el desarrollo de una propuesta de guía de laboratorio virtual para la enseñanza – aprendizaje de la física mediada por simuladores y herramientas tecnológicas disponibles en la web similares a *Guías de Laboratorio presencial* que permitan la integración de las herramientas tecnológicas, las expectativas e intereses de los estudiantes, los simuladores de

fenómenos físicos y el trabajo docente, conllevando a la mejora continua de la metodología con base a un enfoque constructivista. El estudio de todas estas características ha llevado a esta investigación a plantear un prototipo de guía de laboratorio que permita adaptarse a las necesidades del docente o institución educativa, permitiendo ser flexible al cambio y la incorporación de tecnologías de la información y comunicación, mejorando la capacidad del estudiante para descubrir por sí mismo las variables y aumentar el espíritu de curiosidad.

2. Metodología propuesta

En el marco del proyecto *Laboratorios virtuales de física mediante el uso de herramientas disponibles en la web para apoyar procesos de enseñanza – aprendizaje del curso física mecánica – un enfoque constructivista*, se desarrollaron guías de laboratorio mediadas por simuladores como herramienta didáctica que proporcione a profesores y estudiantes un camino diferente al tradicional para adelantar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la física mecánica en el aula o fuera de ella sin importar tiempo y espacio, con el propósito que los estudiantes construyan la correcta conceptualización de los principios de física mecánica con orientación de su profesor.

2.1 Diseño

Esta etapa corresponde a un conjunto de actividades preliminares a la construcción del prototipo, por lo tanto, no constituye parte de la metodología utilizada para el desarrollo del prototipo de guía didáctica de laboratorio virtual. A pesar de ello, la necesidad de incorporar el diseño en este prototipo viene dada por el hecho de que un ambiente llamativo podría evitar de entrada el rechazo que tienen muchos estudiantes ante el aprendizaje de la física. La búsqueda de un modelo visual fue parte sustancial en la construcción del prototipo de las *Guías de Laboratorio* y, por consiguiente, es relevante tomarlo en cuenta.

Para el diseño se tuvieron en cuenta las siguientes características:

- Implementación de una plantilla en Microsoft Word (tomada de la página web blogspot.valorcreativo.com/plantillas con licencia de software libre) con el fin de tener un formato base para todos los módulos.

- Establecimiento de un tipo y tamaño de fuente diferente a los utilizados comúnmente en la academia. Para este caso se usó *Candara* como el tipo de fuente, con un tamaño mínimo de 14.
- Incorporación colores que contrastaran entre sí con el fin de evitar una estructura monocromática. Los colores de fuente utilizados fueron: *Rojo* para el título principal y los encabezados; *Azul* para los subtítulos y pie de página; y *Negro* para la estructura general del texto.
- Utilización de un formato PDF para la visualización de la *Guía de Laboratorio*.
- Mantenimiento de una cantidad de texto considerable para evitar el cansancio visual durante la lectura del documento.

A continuación, se explica cada una de las partes que constituyen el prototipo de guía de laboratorio virtual. La figura 1, muestra la imagen de portada definida para todas las guías de laboratorio de física virtual (se escoge por unidad de estudio), ella siempre tendrá una imagen de fondo alusiva a la práctica a desarrollar, el nombre de la universidad en forma vertical en la esquina superior izquierda, y el título de la unidad de practica en forma horizontal en la parte inferior derecha en mayúscula.

a. Caratula inicial



Figura 1. Estructura de portada.

b. Contenido

Contenido	
Introducción	1
Indicadores de competencia	4
Objetos Teóricos	5
Actividades Motivadoras	6
Materiales	8
Procedimientos	9
Análisis de los Resultados	10
Aplicaciones	11
Estrategias de Aprendizaje	12
Bibliografía	14
Webgrafía	15
Para reflexionar	16

Figura 2. Estructura de contenido.

La figura 2, muestra la estructura base de tabla de contenido definida para el prototipo de guía de laboratorio virtual, ella contiene: título de la unidad donde se ubica la práctica de laboratorio, el número y título de práctica y el contenido de la misma con su respectivo número de ubicación dentro del cuerpo de la guía.

Los contenidos son hipervínculos dinámicos a la temática a desarrollar o consultar listado por todas las guías de laboratorio, de tal forma que con un solo clic el estudiante puede acceder de forma rápida al contenido para efectuar su lectura o adelantar una consulta y regresar luego al contenido.

c. Introducción



Figura 3. Estructura de la introducción

d. Indicadores de competencia

La figura 4, muestra la estructura de los indicadores de competencia.

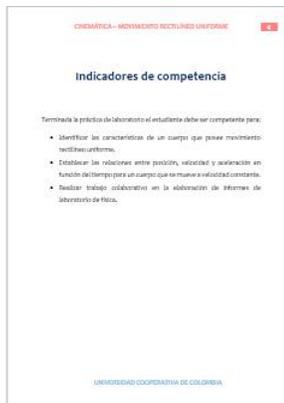


Figura 4. Indicadores de competencia.

En esta etapa del prototipo se presentan los indicadores de competencia (destrezas y/o habilidades) que el estudiante debe alcanzar una vez terminada la práctica de laboratorio para lograr entender el fenómeno físico en contexto.

e. Marco Teórico

La figura 4, muestra la estructura del marco teórico.



Figura 5. Estructura de marco teórico.

En esta etapa del prototipo se plantea un conjunto de conceptos relacionados con el laboratorio a realizar, que el estudiante debe investigar por sí mismo y apropiarse antes de realizar la práctica de laboratorio y el informe final de práctica. Es decir, se describe una lista de temas, bases teóricas, necesarios para el entendimiento de los conceptos físicos básicos involucrados en el laboratorio que el estudiante debe buscar en textos, o en internet con el apoyo de un motor de búsqueda. Sin embargo, se optó

por agregar un video tipo conferencia en donde se definirían los conceptos a estudiar desde un punto de vista matemático, físico y práctico.

f. Actividades Motivadoras

La figura 6, muestra la estructura de la(s) actividad(es) motivadoras del laboratorio.

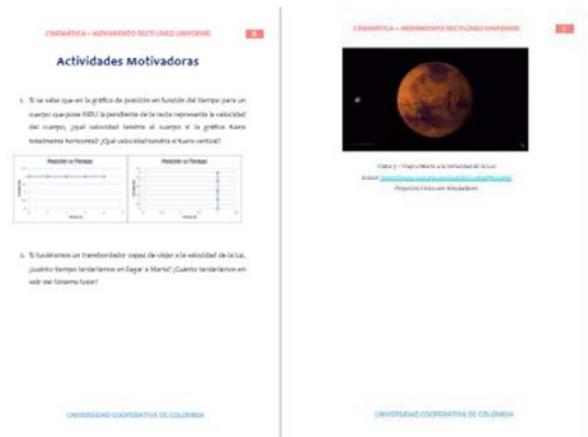


Figura 6. Estructura de actividades motivadoras.

Antes de empezar de lleno con el desarrollo del laboratorio, se incorporó esta etapa a la metodología tradicional. Habitualmente los estudiantes se desmotivaban porque las prácticas de laboratorio no incorporaban elementos relacionados con la ingeniería. Por lo tanto, se plantearon una serie de preguntas, problemas y/o dilemas para que el estudiante las razonara por sí mismo (o con ayuda de Internet) como podría darle solución a un problema de ingeniería real a partir de la aplicación de conceptos sencillos de física. De esta manera, se espera vincular los intereses del alumno con el conocimiento que se espera impartir durante el laboratorio.

La solución al problema de ingeniería propuesto en la actividad motivadora se convierte en la conducta de entrada al laboratorio, la solución debe ser entregada por escrita o debe ser enviada vía correo electrónico al profesor quien la evaluará y dará el visto bueno para inicio de práctica de laboratorio.

g. Materiales

La figura 7, muestra los materiales a utilizar en el desarrollo de la práctica – Simulador.



Figura 7. Estructura de materiales.

A partir de esta etapa se entra de lleno al laboratorio virtual. Contiene las características propias del simulador a utilizar como recurso didáctico para la realización del laboratorio, las cual son:

- El autor o desarrollador del simulador.
- El pantallazo inicial del simulador.
- El respectivo enlace para acceder al simulador.
- El nombre y la descripción del fenómeno a evaluar.

Debido a que el único material utilizado para el laboratorio son una computadora y una conexión a internet, se estableció esta etapa como preliminar al procedimiento, que permite dar cabida a la referenciación de los objetos virtuales utilizados (simuladores).

h. Procedimiento

La figura 8, muestra la estructura del procedimiento que debe seguir el estudiante para el desarrollo del laboratorio.

La estructuración de una metodología es necesaria para la ejecución de cualquier laboratorio. Sin embargo, el procedimiento se estableció con el fin de enseñarle al estudiante los controles del simulador, dejando a un lado la parte teórica de la experimentación. En otras palabras, en esta etapa se le enseña al alumno a *aprender a jugar* con el simulador, se le dio tiempo para que el interactúe de forma libre y espontánea directamente con la simulación del fenómeno físico relacionado en la guía de laboratorio para que conozca su funcionamiento con el fin de que más adelante él lo pueda *jugar en solitario*.

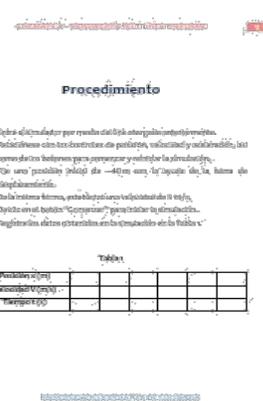


Figura 8. Estructura del procedimiento

Anteriormente existía un procedimiento más complejo que concebida demasiadas tareas en un solo ítem, lo que usualmente confundía al lector de la guía. Por lo tanto, se implementaron una serie de pasos lógicos para el laboratorio virtual, lo cual facilita la lectura y ejecución de la simulación.

i. Análisis de Resultados

La figura 9, muestra las pautas a tener en cuenta por parte del estudiante para el análisis de resultados obtenidos en el laboratorio.

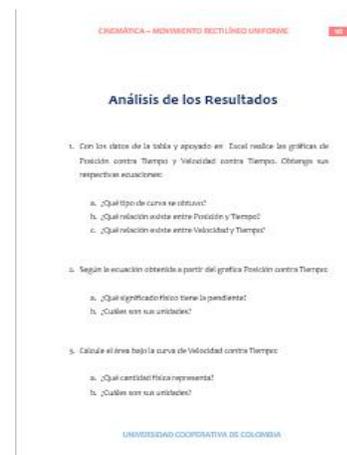


Figura 9. Estructura de análisis de resultados.

Se encontró durante las prácticas de laboratorio que con la metodología actual se perdía mucho tiempo en esta etapa del proceso. Es por ello que se planteó el modelo de la siguiente manera:

- Se construyó en Excel las tablas necesarias para tabular la información, con el fin de poder graficar fácilmente cualquier variable estudiada durante la simulación.
- Se estableció dentro del documento en Excel una herramienta para generar la ecuación de la curva automáticamente, evitando pérdida de tiempo en el cálculo manual de la misma.
- Se mejoro el entendimiento de las unidades obtenidas al cruzar ambos ejes de la gráfica estudiada, dándole la oportunidad al estudiante de poder deducirlas a partir de la ecuación de la pendiente.

j. Aplicaciones

La figura 10, muestra una serie de preguntas de tipo conceptual o problemas aplicados que el estudiante debe resolver una vez terminada la práctica de laboratorio aplicando los conceptos adquiridos en la práctica, o adquiridos al hacer uso de un libro de texto de Física o de la web.



Figura 10. Estructura de aplicaciones.

Muchas veces cuando el estudiante llegaba a esta sección se sentía reconfortado porque encontraría una aplicación del tema estudiado, en cambio, se encontraba con una serie de ejercicios y/o problemas que resolver. Para cambiar un poco esta concepción, lo primero que se hizo fue reducir el número de problemas a resolver, valiéndonos del principio que reza *calidad es mejor que cantidad*. Luego, se planteó ejercicios que tenían que ver con casos similares a la vida cotidiana. Además, se implementó en algunos ejercicios videos con la solución del problema planteado, para que el estudiante pudiera observar el procedimiento que se lleva a cabo para

solucionar un problema de física. Por último, se establecieron videos, problemas y aplicaciones que no se pueden resolver solo con cálculos matemáticos, sino usando la imaginación y la deducción.

k. Enlaces de Apoyo

La figura 11, muestra enlaces de apoyo para que el estudiante acceda y tenga un complemento para el desarrollo del informe de laboratorio final.

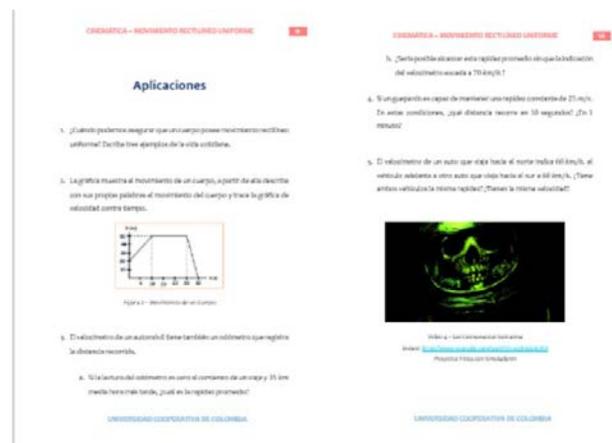


Figura 11. Estructura de enlaces de apoyo.

Esta etapa consiste en brindarle al estudiante un espacio virtual en donde pudiera apoyar su proceso de enseñanza y aprendizaje. Aquí se incluyen los enlaces de dos correos electrónicos (uno en Gmail y otro en Outlook) para que sirviera como medio de comunicación de dudas y sugerencias respecto al laboratorio. Asimismo, se está construyendo un espacio en Facebook y YouTube en donde el alumno pueda mantenerse informado sobre actualidad acerca de este proyecto. Al final, se enlaza a la página principal del proyecto, en donde encontrará módulos de estudio, guías de laboratorio por unidad de estudio, modelo de informe de laboratorio, páginas y videos relacionados, información de la investigación, entre otros.

l. Referencias – Bibliografía y/o Webgrafía

La figura 12, muestra la bibliografía y la webgrafía que se puede utilizar para el desarrollo de la práctica de laboratorio y posterior presentación de informe, además, presenta ejemplos del cómo se debe referenciar un libro y una página web.



Figura 12. Estructura de bibliografía y webgrafía, ejemplos.

Siempre es necesario referenciar para que el estudiante (lector) pueda ver de donde proviene la información y sepa de la validez de los argumentos planteados. Además, se agregó una webgrafía que permite enlazar con las páginas que sirvieron de apoyo para la construcción del módulo.

m. Reflexión

La figura 13, muestra una frase a partir de la cual los estudiantes tienen que realizar una reflexión aplicando los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la práctica.



Figura 13. Estructura página de reflexión.

En esta última etapa se citó una frase célebre de algún científico reconocido que sirviera como reflexión. Además, se anexó una foto y una breve información

biográfica, dando a conocer personaje diferente en cada guía de laboratorio.

n. Contraportada

La figura 14, muestra la contraportada de la guía de laboratorio



Figura 14. Contraportada de la guía de laboratorio.

En la contraportada se muestra la imagen utilizada como portada de la guía de laboratorio, con el nombre de la universidad en forma vertical en la esquina superior izquierda, y el nombre del curso donde se desarrolla la práctica de laboratorio y el semillero de investigación autor del prototipo en forma horizontal en la parte inferior derecha en minúscula

3. Consideraciones sobre el prototipo planteado

En el desarrollo del modelo metodológico propuesto, existieron ciertas circunstancias que influyeron en la realización de cada etapa, y que por motivos físicos, económicos y temporales se omitieron o tuvieron relevancia, haciendo necesaria una explicación.

- a. Las *Guías de Laboratorio* y sus respectivos *Laboratorios Virtuales* fueron desarrollados bajo el enfoque constructivista. Por lo tanto, es considerable mencionar que durante la implementación de estos laboratorios es necesario realizar un seguimiento al trabajo realizado por el estudiante, ya que se parte de la generalización de que todos los alumnos saben manejar las herramientas tecnológicas. La identificación temprana de las falencias en este aspecto, facilitaría la puesta en marcha de propuesta para el aprendizaje tecnológico.

b. En la parte del diseño del módulo, se deseaba poder incorporar una visualización estilo *e-book* que tuviera la dinámica del tipo *flipbook*, muy utilizado en Tablet y PC. Sin embargo, existieron tres motivos de peso que influyeron en la implementación de un libro digital para las *Guías de Laboratorio*:

- Antes de construir el modelo, se realizó una investigación diagnóstica en donde se determinó que el 20% de los estudiantes no se encuentran familiarizados con el uso de Tablet, lo que podría llegar a desmotivar a una cantidad importante de estudiantes.
- La visualización desde una computadora personal requiere de la instalación de un software que permita su ejecución.
- La publicación en internet y la distribución del documento finalizado requiere de una licencia que se salía del presupuesto asignado para el proyecto. En la etapa de Análisis de Resultados se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones para establecer el modelo:
- La construcción de las tablas en Excel se desarrolló debido a que el docente le exigía al estudiante construir las gráficas a mano por medio de papel milimetrado. Se evitó esta tarea para que el alumno se dedicará explícitamente en el análisis de la gráfica de los resultados, lo cual es mucho más importante que dibujar una gráfica en papel.
- La generación automática de la ecuación de la curva se implementó con el fin de retrasar el proceso de cálculo manual de la misma. Si bien, es necesario aprender a calcularla sin ninguna herramienta tecnológica, el estudio de la física no se centra en ello, se centra en el análisis de los fenómenos. La ingeniería involucra un estudio de ciencias matemáticas que se suponen enseñan sobre cómo realizar este tipo de procedimientos.

c. La etapa de Enlaces de Apoyo se realizó basándose en un estudio previo (Referencia Propia) en donde se identificaron las herramientas virtuales de uso más común por

parte de los estudiantes de las carreras de ingeniería ofertadas por la Universidad Cooperativa de Colombia sede Neiva. En el estudio se determinó que las Redes Sociales, el Correo Electrónico y el Smartphone son las tecnologías de las cuales hacen más uso y tienen mayor conocimiento.

La secuencia de imágenes muestra el diseño y contenido de una guía de laboratorio prototipo, a saber: Caratula, Contenido, Introducción, Marco teórico, Actividades motivadoras, Materiales, Procedimiento, Análisis de resultados, Aplicaciones, Enlaces de apoyo, Bibliografía, Webgrafía y Para reflexionar...

El modelo de guía de laboratorio se puede observar en el enlace http://www.labvirfis.com/menu_cinematica haciendo clic sobre el hipervínculo Guía de laboratorio formato PDF.

4. Conclusiones

Los modelos metodológicos de enseñanza de la física mecánica en los laboratorios deben renovarse para aprovechar las nuevas oportunidades y recursos (simuladores, videos) que actualmente ofrecen de forma gratuita muchos portales en internet que pueden ser utilizados con fines educativos en bien del aprendizaje. El uso de simuladores para realizar prácticas de laboratorio tipo virtual orientadas por una guía de laboratorio donde el lugar de practica es un escenario virtual muy cercano al real en el área de la física es una estrategia didáctica propuesta en el modelo metodológico mediante la cual los estudiantes no sólo adquirirán conocimientos, si no que se les brindara la oportunidad de interactuar, experimentar jugando y reflexionar alrededor de los conceptos implicados en la práctica, facilitando su interacción con herramientas tecnológicas y propiciando su participación activa en la construcción del conocimiento mediante la toma de decisiones muy cercanas a ambiente reales, formándolos en el desarrollo de las competencias científicas, comunicativas y tecnológicas. Además, Aprenden de la experiencia, reduciendo el costo y los riesgos del proceso experimental real. La variedad de simuladores disponibles hoy en día en la web abarca múltiples aplicaciones y áreas del conocimiento que pueden utilizarse en diversos niveles educativos y en ambientes presenciales, a distancia o virtuales ámbitos extraescolares. Es menester conocer la complejidad de

cada modelo y su relación con las capacidades cognitivas y analíticas de los alumnos. En suma, el profesor debe integrar su uso al desarrollo de un tema, es preciso tener claro el rumbo para seleccionarlo correctamente, y así, como un medio de apoyo, aprovechar y potenciar este tipo de recurso tecnológico para que sea, verdaderamente, un recurso didáctico.

El uso de simuladores como herramienta digital para mediar el desarrollo de las prácticas de laboratorio es una solución que todas las instituciones educativas que, por falta de acceso a la tecnología, Internet, laboratorios especializados por motivos económicos o de ubicación geográfica es una buena solución para formar profesionales competentes científicamente y tecnológicamente. Estas estrategias deben estar orientadas a mantener una actitud positiva en los estudiantes, una motivación extra por aprender, brindarles la posibilidad de ser creativos, ofrecerles la oportunidad para que desarrollen las habilidades y destrezas en el campo de conocimiento donde se utilicen, así como garantizarles el manejo de información y su participación en la construcción de su propio aprendizaje. De esta forma, los profesores no podemos ser ajenos a los cambios permanentes y avanzados que viene dando la tecnología al implementar en uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el contexto educativo.

El empleo de guías de laboratorios mediadas por simuladores como escenario de práctica en los procesos educativos presenciales, como todo recurso didáctico, precisa responder de manera explícita a las metas y propósitos planteados de un curso, es decir, el simulador que se vaya a utilizar para mediar la práctica de laboratorio debe necesariamente estar adecuado al nivel educativo, temática a abordar y objetivos de aprendizaje propuestos. Por otra parte, es menester del profesor integrar en la guía de laboratorio el ambiente virtual – simulador - dentro del desarrollo de una sesión de práctica de laboratorio incorporando preguntas motivadoras, desafíos (observación de videos), instrucciones de uso, posibilidad de exploración mediante el juego que hagan de este recurso un medio de ampliación de las interacciones entre el estudiante y el objeto de su aprendizaje. Es decir, la observación de las necesidades de aprendizaje es también un punto a considerar al momento de elegir el modelo de simulador que se trabajará para el abordaje de los contenidos curriculares y competencias a motivar en los estudiantes. Finalmente, es necesario recordar que el uso de los simuladores es un medio para el aprendizaje y no

un fin en sí mismo, por lo que el profesor requiere tener siempre presente que la incorporación de los simuladores en guías de laboratorio demanda una adecuada planeación didáctica.

5. Referencias

- [1] Gallego Gutiérrez, H., & Caicedo Ortiz, H. (2012). Diseño de Guías para Laboratorios Virtuales de Física. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 31 - 36.
- [2] Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). *Física para Ciencias e Ingeniería*, Volumen I, Séptima edición. México, D.F. Cengage Learning Editores.
- [3] Hugh D, Y., & Freedman, R. (2009). *Física Universitaria*, Decimosegunda edición. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- [4] Cross, H. (1971). *Ingenieros y las Torres de Marfil*. Mexico.
- [5] Echeverry Londoño, E., Arenas Valencia, W., & Bohórquez Bedoya, N. (2015). Implementación de laboratorios lúdicos para la evaluación por competencias desde un enfoque constructivista. *Revista Educación en Ingeniería*, 123-132.
- [6] Bullones García, M. C., Vivas Cortéz, M. J., & Cáceres, E. (2015). Actitud de los estudiantes frente al uso de tecnologías educativas para el aprendizaje de la matemática: Una visión desde los estudiantes de ingeniería de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. *Revista Educación en Ingeniería*, 143-153.
- [7] Guzmán Luna, J. A., Durley Torres, I., & López Bonilla, M. (2014). Un caso práctico de aplicación de una metodología para laboratorios virtuales. *Scientia et Technica*, 67-76.
- [8] Cruz Ardila, J. C., & Espinosa Arroyave, V. (2012). Reflexiones sobre la didáctica en física desde los laboratorios y el uso de las TIC. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 105-127.
- [9] Zornoza Martínez, E. (2006). *Aprendizaje con Simulador*. Apl
- [10] Navarro, R., & Santillán, A. (2011, marzo 20). <http://octi.guanajuato.gob.mx>. Retrieved from <http://octi.guanajuato.gob.mx>
- [11] Echeverry Londoño, E., Arenas Valencia, W., & Bohórquez Bedoya, N. (2015). Implementación de laboratorios lúdicos para la evaluación por competencias desde un enfoque constructivista. *Revista Educación en Ingeniería*, 123-132.
- [12] Rodríguez Arroyave, C. A., & Ramírez Echeverri, S. (2007). Modelo de cursos interactivos para ingeniería con apoyo de una plataforma bimodal. *Revista Universidad EAFIT*, 33-46.
- [13] Cabrera Medina, J. M. (2014). Un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) para el Movimiento Armónico Simple (M.A.S.) y sus Aplicaciones. *Entornos*, 71-85.
- [14] Fonseca, M., Hurtado, A., Lombana, C., & Ocaña, O. (2006). La simulación y el experimento como opciones didácticas integradas para la conceptualización en física. *Revista Colombiana de Física*, 707-710.

Realidad aumentada: una herramienta tecnológica para respaldar la resiliencia psicológica en menores de edad víctimas del conflicto armado caso Caldono Cauca

Augmented reality: a technological tool to support psychological resilience in minor's victims of armed conflict case Caldono Cauca

Julián Andrés Mera Paz¹ Omar Alfonso Roncallo Cervantes² Roger Eduardo Valencia Ramírez³, Fabio Cesar Castaño Gonzales⁴ Juan Carlos Villa Díaz⁵

^{1,2,3} Facultad de Ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia, Popayán, Colombia, ^{4,5} Facultad de Psicología, Universidad Cooperativa de Colombia, Popayán, Colombia.

¹julian.mera@campusucc.edu.co, ²omar.roncallo@campusucc.edu.co, ³roger.valencia@campusucc.edu.co, ⁴fabio.castano@campusucc.edu.co, ⁵juan.villad@campusucc.edu.co

Resumen— La realidad aumentada es una herramienta tecnológica, que hoy en día se aplica en muchos campos del saber entre ellos la salud, educación, entretenimiento, entre otros. Teniendo en cuenta que varios estudios científicos e investigativos, aseguran que la resiliencia psicológica es una capacidad del ser humano con capacidad de superarse ante la adversidad y la dificultad. Es una cartilla que contiene una historieta animada en físico que va a contener unos códigos QR, los cuales van a ser desarrollados a través de la plataforma Unity, con entornos llamativos y dinámicos, soportada en Vuforia, que les permita a los menores de edad de la muestra, enriquecer la percepción de la realidad, los elementos reales y virtuales que se combinan en tiempo real, de tal forma que logren afrontar de manera más adecuada, el mundo real y potenciar las características resilientes.

Palabras Clave— Resiliencia psicológica, realidad aumentada, conflicto armado, herramienta tecnológica, Caldono.

Abstract— The augmented reality is a technological tool, today is applied in many fields of knowledge including health, education, entertainment, among others. Considering that several scientific and research studies, assure that psychology resilience is a capacity to overcome adversity and difficulty has been shown that children develop a greater degree of resilience, with research project A psychological analysis is carried out on children age 6 to 12 years old of school in the Municipality Caldono- Cauca and based on the findings will develop a tool on augmented reality to support psychological resistance. It makes a primer containing a cartoon animated in physics that will contain some codes that will be implemented through the Unity platform, with dynamic and lively environments, supported by Vuforia, which allows the children of the sample to enrich the perception of reality, real and virtual elements that combine in real time, in the printing of computer data, in such a way that they manage to reframe and face in a more appropriate way, the real word.

Keywords— Psychological resilience, augmented reality, armed conflict, technological tool.

1. Introducción

El departamento del Cauca ha sido uno de los más azotados por el conflicto armado, en el Municipio de Caldono se ha evidenciado presencia de la mayoría de grupos armados al margen de la ley, lastimosamente en medio del conflicto armado hay cifras alarmantes que afectan a los menores de edad de forma directa e indirecta.

En el conflicto armado se afecta a las comunidades más vulnerables y sensibles, con el pasar del tiempo se genera un

conflicto a nivel interno para aquellos afectados que se evidencian en secuelas, manifestaciones, estados de ánimo entre otros factores de gran impacto social y emocional.

El conflicto armado en el Municipio de Caldono ha dejado a niños secuestrados, mutilados, asesinados, violentados, abusados psicológica y sexualmente, etc. Estas situaciones han destrozado el tejido social de muchas familias y han obligado a muchos niños y niñas a valerse por sí mismos, olvidarse de los juegos, estudios y demás actividades de su

infancia. Sin embargo, no se puede subestimar la gran fortaleza de los niños y niñas, con unos cuidados adecuadamente dirigidos se les puede respaldar en sus procesos de recuperación psicológico y afectivo, para que puedan retomar las riendas de su vida.

La resiliencia a nivel psicológico, es la capacidad que tiene las personas de sobreponerse o superar las más severas adversidades y difíciles circunstancias y esa capacidad es más fuerte en los niños, lo asegura (Kaplansky, 2010) “los niños y niñas tienen la capacidad de reprimir y superar las dificultades más rápido que los adultos, superando la presencia de traumas, miedos, etc.”

La realidad aumentada es una herramienta tecnológica que permite crear un ciberespacio en el que es posible interactuar con cualquier objeto, imagen, etc. El usuario siente la percepción de que las imágenes u objetos “cobran vida” y puede interactuar con ellos, permitiendo disfrutar de contenido virtual (información, video, sonido, etc.) en tiempo real.

El proyecto de investigación se formula para brindar una solución al respaldo de la resiliencia en niños y niñas afectados por el conflicto armado, porque esta condición les genera comportamientos que afectan su adecuado desarrollo psicosocial y afectivo.

Con la investigación se pretende dar respuesta a ¿la realidad aumentada puede ser una herramienta tecnológica adecuada para respaldar la resiliencia psicológica en niños y niñas víctimas del conflicto armado en Caldon Cauca?.

2. Contexto

El departamento del Cauca lastimosamente es el que presenta más eventos de violencia armada o conflicto armado en Colombia, en la figura 1 se evidencia estadística tomada en el año 2.014 por la sala de atención humanitaria (OCHA 2014).



Figura 1. Eventos de Violencia armada en Colombia.

Fuente: [1]. <http://www.kienyke.com/politica/las-zonas-de-mas-violencia-en-colombia/> recuperado el 08/02/2016

Caldono Cauca es un Municipio ubicado en el sector oriental del Departamento del Cauca con una extensión de 373.98 Km2 (Caldono 2015) en el Municipio han ejercido presencia las fuerzas armadas revolucionarias de Colombia (FARC), el ejército de liberación nacional (ELN), el ejército popular de liberación (EPL), el movimiento 19 de abril (M-19), el movimiento Quintín Lame (QL), el movimiento Jaime Báteman Cayón (JBC), el comando Ricardo Franco (RF) frente-sur, el partido revolucionario de los trabajadores (PRT) y el comando Pedro León Arboleda, autodefensas de Colombia (AUC), Bandas criminales (Bacrim Águilas negras, rastros, etc.) estos últimos con poca actividad (Mindefensa 2.015).

Para el año 2.017 La población de niños de 6 a 12 años de edad en el Municipio de Caldono es de 3.512 de ellos 1.250 habitan en sector urbano y el restante viven en sector rural (Caldono 2017), esta edad poblacional es la que ha crecido y vivido el conflicto armado.

En el periodo 2005 a 2011 teniendo en cuenta que la población de niños de 0 a 6 años en esa época era de 3.700 niños, los hechos victimizantes que más han afectado a los niños y niñas del Municipio de Caldono son:

Tabla 1. Hechos victimizantes de conflicto armado que impactan a niños y niñas del Municipio de Caldono periodo 2005 a 2011.

HECHO VICTIMIZANTE	CANTIDAD
Desvinculados de Grupos al Margen de la Ley	65
Desaparición Forzada de uno de sus padres	80
Secuestro	2
Minas Antipersona	30
Huérfanos (Desaparición de ambos padres)	20
Homicidios	70
Violencia Sexual en marco del Conflicto	80
Desplazamiento Forzado	420
Espectadores de atentado terrorista	3.500

Fuente: [2]. Informe impreso de la personería de Caldono Cauca – elaborado por Ever Saavedra 2.012

3. Estado del arte

La realidad aumentada ha tenido gran influencia en los últimos 5 años para la educación y la Psicología, “las principales aplicaciones tienen que ver con técnicas de tratamiento de fobias, trastornos alimentarios, rehabilitación psíquica y psicomotora, en el manejo del duelo o pérdida, etc.” (Maldonado 2002)

En Perú se desarrolló la aplicación Ticauss por la empresa Teo estudio la cual busca respaldar los problemas psicológicos adquiridos por el temor a una especie animal “fobia a insectos” y que a través del uso se disminuye el trastorno en las pruebas realizadas a 400 personas que sufrían del síntoma el 84% mejoró progresivamente con el uso, 16% no logro avanzar con el uso de la aplicación. (Fernández, Teo estudio 2016).

En Ecuador la tesis “implementación de un sistema para el control y simulación de entornos entomofóbicos utilizando realidad aumentada para los pacientes con tratamiento psicológicos.”, es un proyecto que se centra en el uso de realidad aumentada para implementar un sistema que permite realizar terapias mediante un computador, simulando un entorno donde los insectos se pueden visualizar dependiendo de la configuración realizada por el Psicólogo, los pacientes son beneficiados, porque brinda un nivel elevado de seguridad ya que el insecto físicamente no es real. Además, cuenta con módulos de gestión, programación de terapia, test, niveles y reportes (Cifuentes 2014).

En México la investigación “realidad aumentada herramienta de apoyo para ambientes educativos”, se brinda una revisión sistemática de información que engloba las fortalezas de la realidad aumentada y el impacto positivo que genera en procesos educativos, describiendo casos exitosos (Martínez, Aguilar & Trápaga 2016).

En Nueva Zelanda “Magic Book” es un libro donde el alumno puede leer y a través de un visualizador de mano introducirse dentro de las escenas y experimentarlas en un entorno virtual inmersivo, se dificulta el hecho de la utilización del visualizador de mano. (Basogain, Olabe, Espinosa, Roueche & Olabe 2007).

En Chile ARSolarSystem es un juego de cartas interactivas con realidad aumentada que busca que niños de 7 a 9 años de edad interactúen y aprendan de una forma divertida el sistema solar, para ello se requiere el uso de una cámara con uso web o digital de cualquier dispositivo electrónico (Lomuscio 2011).

En España se propone la Aplicación de ARBook una serie de libros en físico el cual tiene incorporada tecnología de realidad aumentada y es aplicado a las asignaturas matemática, ciencias naturales y sociales para diferentes grados de primaria, facilita el modelo de enseñanza-aprendizaje, describen aspectos complejos de manera visual e interactiva con una breve explicación temática soportada en una animación (Ruiz 2011)

En Colombia son pocos los proyectos que han trabajado la herramienta tecnológica de Realidad Aumentada para procesos Psicológicos, los que tienen bases o similitudes al proyecto que se pretende implementar son:

“SLD203 Realidad aumentada en el tratamiento de las enfermedades mentales y las adicciones” una investigación realizada en la facultad de ingenierías de la fundación Luis amigo, con la investigación se brinda una alternativa para el tratamiento de las psicosis, fobias y adicciones, especialmente en el consumo de sustancias psicoactivas. (Gaviria, castaño, portilla & Sierra 2013).

La investigación realizada por GIBRANT (Grupo de investigación basado en redes de aprendizaje sobre nuevas tecnologías) el proyecto “Escenarios virtuales para apoyar el desarrollo de destrezas en niños con dificultades de lateralidad” es un proyecto que busca con el apoyo de la realidad virtual, ayudar a los niños de siete a nueve años a superar las dificultades de su lateralidad a partir de los test de Harris, Bergea y Zazzo (Santamaria, Mendoza 2012).

En el contexto local no se evidencia investigaciones o productos referentes al tema que centra este artículo.

4. Marco conceptual

Conflicto armado colombiano: El conflicto político en Colombia se remonta al siglo XIX cuando comienzan a darse las rivalidades entre los partidos políticos tradicionales que se hizo más fuerte durante la guerra de los mil días e inicio un largo periodo de violencia en Colombia. En cuanto al conflicto político actual, empieza en la década de los 60 con la aparición de las guerrillas (principalmente las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia y el Ejército de Liberación Nacional), fruto de la exclusión social y política, la distribución desigual de las tierras, y la injusticia social. En Colombia existen aproximadamente alrededor de unos 150 grupos al margen de la ley de los cuales la mayoría están siendo financiados por el narcotráfico. (Colombia.com 2016)

Secuelas psicológicas generadas por el conflicto armado: las huellas o secuelas generadas por el conflicto armado en menores de edad son bastante marcados, los niños encierran sus sentimientos y ello puede generar una cadena de enfermedades psicoactivas (UNICEF, ICBF, OIM 2014)

Resiliencia psicológica: La resiliencia a nivel psicológico es la capacidad de superar los eventos adversos, y ser capaz de tener un desarrollo exitoso a pesar de circunstancias muy adversas (muerte de los padres, guerras, graves traumas, etc.), ha cobrado un gran interés en los últimos años y poco a poco se va convirtiendo en un término muy popular. (Iglesias 2006)

Realidad aumentada: La realidad aumentada (AR) es una herramienta tecnológica que permite que los seres

humanos puedan enriquecer la percepción de la realidad, los elementos reales y virtuales se combinan en tiempo real, sobre imprimiendo los datos informáticos (sonido, video, imagen, etc.) hacia el mundo real. (Telefónica 2011)

Realidad aumentada aplicada en trastornos psicológicos:

Según el DSM-5, el cual es un manual diagnóstico de referencia mundial, un trastorno mental es muy complejo de definir, por las diferentes acepciones, diagnósticos, posturas, entre otras, que esta definición pueda contener, sin embargo, y aunque ninguna definición puede abarcar todos los aspectos de todos los trastornos que contiene el DSM-5, se deben cumplir los siguientes aspectos:

“Un trastorno mental es un síndrome caracterizado por una alteración clínicamente significativa del estado cognitivo, la regulación emocional o el comportamiento de un individuo, que refleja una disfunción de los procesos psicológicos, biológicos o del desarrollo que subyacen en su función mental”. (DSM-5). Habitualmente los trastornos mentales van asociados a un estrés significativo o una discapacidad, ya sea social, laboral o de otras actividades importantes y desde la situación propia de este estudio, a situaciones derivadas de los traumas de guerra, en este caso particular de niños y niñas entre 6 y 12 años de edad.

5. Metodología

El proyecto se desarrolla por profesores investigadores del grupo de investigación psiedu e ingeniería aplicada, utilizando como paradigma de investigación una metodología mixta donde se aplica el tipo correlacional e indagación con trabajo de campo, con el propósito de medir el grado de correlación y viabilidad de aplicar la realidad aumentada como una herramienta tecnológica para respaldar la resiliencia psicológica en niños y niñas de 6 a 12 años de edad que fueron víctimas del conflicto armado y que habitan del Municipio de Caldon Cauca, para iniciar el proyecto se indaga la cantidad de población objeto del proyecto de investigación, definiendo como muestra la población de la zona urbana es decir 1.250 niños a esta cantidad se le aplica la fórmula de muestreo probabilístico

$$n = \frac{Z^2 * (P * Q)}{e^2 + (Z^2 * (P * Q)) / N}$$

n= Tamaño de muestra, Z= Nivel de confianza deseado (95%) P= Proporción de la población con la característica deseada (éxito) (0.95), Q= Proporción de la población con la característica deseada (fracaso) (0.05), N= Tamaño de la población (1250), E= Nivel de error muestral (0.05)

El resultado de la muestra es 295 niños y niñas de 6 a 12 años de edad que habitan en la zona urbana y rural del Municipio de Caldon, a esta muestra se le aplicará cuestionarios y en base a las respuestas se realizará una serie de entrevistas con el objeto de tener un diagnóstico claro sobre las secuelas generadas por el conflicto armado. En el proceso de la investigación se evidencia que la muestra se encuentra identificada y vinculada en dos instituciones educativas con las cuales se realiza un convenio interinstitucional, Institución educativa de formación intercultural comunitaria – Kwe’sx uma kiwe INFIKUK firmado por el señor rector Sevedeo Nachi Güege y la institución educativa Susana Troches de Vivas firmado por el señor rector José Tadeo Caro y los investigadores del proyecto.

Con el resultado de cuestionarios, entrevistas y visitas de campo, se pretende realizar una cartilla que contiene una historieta animada en un libro físico que va a contener unos códigos QR1 los cuales van a hacer implementados a través de la plataforma Unity2 una de las más importantes y funcionales para generar entornos llamativos y dinámicos, también se utiliza Vuforia3 para brindar la realidad aumentada, la cartilla se fundamenta en tres aspectos: el primero como la resiliencia puede ser una capacidad y un proceso en el que los menores eligen como responder ante acontecimientos que recrean sus experiencias de vida, el segundo aspecto relaciona las representaciones asociadas a sus desencuentros vividos con la historieta animada de la cartilla, y el tercero aspecto permitirá identificar elementos resilientes y dificultades de los menores para elegir la resiliencia como alternativa de vida.

¹ Código QR: Código de respuesta rápida, es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional

² Unity: motor o multiplataforma para desarrollo de videojuegos y aplicaciones de 2 dimensiones o 3 dimensiones <https://unity3d.com/es> recuperado 14-02-2017

³ Vuforia: es un sdk (software development kit) que se complementa con Unity y se enfoca en el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada <https://developer.vuforia.com/> recuperado 14-02-2017

6. Resultados

Una vez terminada la investigación, se mostrarán los resultados, pues se está en una etapa inicial y se planea que a través del proyecto de investigación una posible solución con respecto a respaldar la resiliencia en niños y niñas afectados por el conflicto armado, porque esta condición, probablemente, les genera comportamientos que afectan su adecuado desarrollo psicosocial y afectivo. Con la investigación se pretende conocer si la realidad aumentada puede ser una herramienta tecnológica adecuada para respaldar la resiliencia psicológica en niños y niñas víctimas del conflicto armado, en Caldoño Cauca. Se tiene programado realizar el acercamiento, a través de etapas a cumplir, de la siguiente manera:

Fase I (Diagnostico)

En esta fase se toma la muestra de 295 de niños y niñas de 6 a 12 años de edad del Municipio de Caldoño que habitan en la zona urbana y rural que actualmente están en el sistema escolar en forma aleatoria entre las dos instituciones educativas, se procede a clasificar en género, edad y grado escolar para caracterizar y modelar los instrumentos de investigación.



Figura 2. Clasificación de la muestra por género.

Fuente: [2]. propia

Se evidencia en la figura 2 una leve mayoría de niños, esta cifra permite tener en cuenta elementos para la redacción de los instrumentos.



Figura 3. Clasificación de la muestra por edad.

Fuente: [3]. Propia

En la figura 3 se brindan números oscilatorios donde el grupo de niños de 10 años de edad es el más significativo

con un total de 49 y los menos significativos con 35 niños o niñas son los que están en 6 o 9 años de edad.

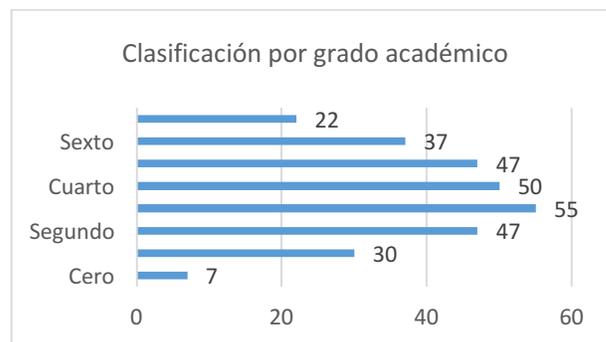


Figura 4. Clasificación por grado académico.

Fuente: [4]. Propia

En la figura 4 se observa que en el grado tercero de primaria se encuentra el mayor número de estudiantes y en el grado cero se encuentran el menor número de ellos. En la fase de diagnóstico se obtiene información significativa que orienta a los investigadores hacia el diseño de los instrumentos de investigación.

Como parte de esta investigación, también se busca identificar factores que caractericen el nivel de desarrollo de la resiliencia en los niños y niñas participantes. Para esto se utilizará como primera categoría de análisis, el nivel de resiliencia de los niños y niñas participantes teniendo como referencia las cuatro etapas propuestas por Nancy Palmer (1997), citado por Vanistendael & Lecomte, 2002). Primera: La sobrevivencia anómica; Segunda: La resiliencia regenerativa; Tercera: La resiliencia adaptativa y Cuarta: La resiliencia floreciente.

Fase II (Diseño)

Esta fase el equipo de investigación está diseñando cuestionarios, con el fin de realizar entrevistas que se desarrollarán en el trabajo de campo donde se obtendrá información cuantitativa y cualitativa, para consolidar los requerimientos que guiarán la implementación de la cartilla con tecnología en realidad aumentada para respaldar la resiliencia en la población objeto.

Para alcanzar esta categorización se desarrollará el test propuesto por Edith Grotberg que se hará teniendo en cuenta el número de respuestas dadas, que tuvieron que ver con los componentes que Grotberg designa a cada frase, “yo soy”, “yo estoy”, “yo puedo” y “yo tengo”, y la riqueza que caracteriza a cada una de ellas, lo cual se definirá por una mayor extensión en el contenido de los componentes referentes a cada frase y la repetición de ésta ya fuera un factor de protección o de riesgo.

Se tiene programado realizar entrevistas diseñadas para los niños y las niñas participantes, para los padres y

docentes de diferentes áreas y género, teniendo en cuenta factores de riesgo y de protección, que tienen directa relación con el modelo teórico de la resiliencia desde autores como Walsh (2003) y Milstein y Henderson (2003), categorías que fueron fusionadas y referidas a los contextos familiar e individual.

Fase III (Implementación)

En esta fase los investigadores se respaldan en dos proyectos de pregrado, uno generado por estudiantes de la Facultad de Psicología, en el cual se realizará el estudio, análisis, clasificación de los comportamientos y características de los niños, para fundamentar el texto, argumentos y guía de la historieta que se plasmará en la cartilla. Por otro lado, estudiantes de ingeniería de sistemas, realizarán el diseño, ambientación, personajes y programación de códigos QR, para entregar el prototipo desarrollado.

Fase IV (Evaluación)

En esta fase el equipo de investigación realizará un trabajo de campo, donde los niños y niñas interactuarán con la cartilla y con la parte de realidad aumentada de la misma, se realizarán pruebas con profesores y maestros, para realimentar con los hallazgos obtenidos el desarrollo del proyecto.

7. Conclusiones

El proyecto ha permitido a los investigadores trabajar procesos de interacción cultural, ya que de las instituciones educativas una es manejada por comunidad indígena y la otra por comunidad campesina.

Se articulan conocimientos del área tecnológica y psicológica para brindar una solución a una comunidad vulnerable que ha sufrido secuelas por el impacto del conflicto armado.

Se potencia el uso de la tecnología en un entorno donde cuentan con los mecanismos tecnológicos entregados por el gobierno y de los cuales las instituciones educativas hacen poco uso.

La realización de este tipo de proyectos de investigación permite a estudiantes de pregrado de las facultades de ingeniería y psicología fortalecer el modelo enseñanza-aprendizaje, extensión y proyección social, para enriquecer su proceso formativo profesional desde una perspectiva integral.

Es fundamental la articulación de la academia tanto en investigadores y estudiantes con el contexto social para que soporten soluciones en ciencia, innovación con apoyo de tecnologías disruptivas, generando respuestas estructuradas a las necesidades y problemas de la región.

8. Referencias

- [1] Kaplansky, (2010) Libro 'And what is that helps YOU?' Jessica Kingsley Publishers. 2010
- [2] OCHA (2014) - Oficina para la coordinación de asuntos humanos -<http://www.kienyke.com/politica/las-zonas-de-mas-violencia-en-colombia/> recuperado el 08/02/2017
- [3] Mindefensa, 2.015 Estudio de estructuras delictivas y de guerrilla en el Departamento del Cauca año 2.014 -2.015 – Documento impreso que reposa en la unidad especial de víctimas del Batallón José Hilario López – Popayán-Cauca Revisado 18 – 01 -2017
- [4] Caldono (2017) Alcaldía Municipal de Caldono Estadísticas poblacionales del Municipio de Caldono años 2000 a 2017 – Documento impreso que reposa en secretaría de gobierno – Revisado 17-12-2016
- [5] Saavedra E (2012) Hechos victimizantes de conflicto armado que impactan a niños y niñas del Municipio de Caldono periodo 2005 a 2011 – Documento impreso que reposa en la personería de Caldono – Revisado 05-12-2016
- [6] Maldonado, J. G. (2002). Aplicaciones de la realidad virtual en psicología clínica. *Aula médica psiquiátrica*, 4(2), 92-126.
- [7] Fernández, Teo studio (2016) Ticsrauss Aplicación peruana para combatir las fobias mediante realidad aumentada <http://blogs.larepublica.pe/realidad-aumentada/tag/teo-estudio/> Recuperado 10-02-2017
- [8] Cifuentes Alonso, J. C. (2014). Implementación de un Sistema para el Control y simulación de entornos entomofóbicos utilizando realidad aumentada para los pacientes con tratamientos psicológicos (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones.).
- [9] Martínez, I. L., Aguilar, G. A., & Trápaga, J. A. B. (2016). Realidad Aumentada. Herramienta de apoyo para ambientes educativos. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*.
- [10] Olabe, M., Basogain, X., Espinosa, K., Roueche, C., y Olabe, JC (2007, marzo). Contenido de ingeniería multimedia con herramientas de creación de realidad aumentada. En *Tecnología Internacional, Educación y la Conferencia de Desarrollo (INTED2007)* (p. 5).
- [11] Lomuscio, J. P. R. (2011). Realidad aumentada para el aprendizaje de ciencias en niños de educación general básica.
- [12] RUIZ, David (2011). Realidad Aumentada, Educación y Museos. En: *Revista Icono*. Abril, 2011. vol. 2, no. 9, p. 212-226
- [13] Jorge Mario, G. H., Guillermo Alonso, C. P., Byron, P. R., & José León, S. O. (2012, December). SLD203 Realidad Aumentada en el Tratamiento de las Enfermedades Mentales y las Adicciones. In *Informática Salud 2013*.
- [14] Granados, L. H. S., & Moreno, J. F. M. (2012). Escenarios virtuales para apoyar el desarrollo de destrezas en niños con dificultades de lateralidad. *Educación y Desarrollo Social*, 6(1), 119-133.
- [15] Colombia.com (2016) http://www.colombia.com/colombiainfo/nuestrahistoria/conflict_o.asp recuperado 14-02-2017
- [16] Iglesias, E. B. (2006). Resiliencia: definición, características y utilidad del concepto. *Revista de psicopatología y psicología clínica*, 11(3), 125-146.
- [17] Telefónica, F. (2011). Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo. *Fundación Telefónica*
- [18] UNICEF,ICBF,OIM (2014) Impacto del conflicto armado, en el estado psicosocial de niños, niñas y adolescentes Colombia 2.014

<http://rni.unidadvictimas.gov.co/sites/default/files/Documentos/IMPACTO%20CONFLICTO%20ARMADO%20EN%20EL%20ESTADO%20PSICOSOCIAL%20DE%20NINOS%20Y%20A%20DOLESCENTES.pdf>. Recuperado 02-02-2017

- [19] Achenbach TM (1991). Manual for the Child Behavior Checklist 14-18 and the 1991 profile. Burlington: University of Vermont.
- [20] Altamirano, G. (2012). Trastornos neuróticos en el niño. Tomado de <http://www.scielo.cl/pdf/rcp/v31n8/art02.pdf>. Feb. 15 de 2017.
- [21] Vanistendael & Lecomte, (2002), La felicidad es posible. Editorial Gediza. Barcelona
- [22] Grotberg, E. (1996). Guía de promoción de las resiliencia in los niños para fortalecer el espíritu humano. Holanda: La Haya. Fundación Bernard van Leer.
- [23] Walsh, F. (2003a). Family resilience: a framework for clinical practice. Family Process. 42, 1 - 18. Recuperado el 2 de Marzo de 2017, de la base de datos Proquest.
- [24] Milstein M. & Henderson N. (2003). Resiliencia en la Escuela. Argentina: Buenos Aires. Paidós SAICS.

Análisis sistemático de información de la Norma ISO 25010 como base para la implementación en un laboratorio de Testing de software en la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Popayán

Systematic analysis of ISO 25010 information as a basis for implementation in a software testing laboratory at the Cooperative University of Colombia Headquarters Popayán

Julián Andrés Mera Paz¹, Mari Yicel Miranda Gómez², Sammy Cuaran Rosas³

¹Docente Facultad de Ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia, ^{2,3}Auxiliar de Investigación, Facultad de Ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia

¹julian.mera@campusucc.edu.co, ²mari.mirandag@campusucc.edu.co, ³sammy.cuaranr@campusucc.edu.co

Resumen— Este artículo se centra en el análisis sistemático de información de la Norma ISO/IEC 25010, con el cual se pretende establecer los parámetros para la calidad del producto software y que ellos sean el punto base o de referencia para implementar un laboratorio de testing de software en la Universidad Cooperativa de Colombia sede Popayán, con el fin de ofrecer productos software con altos estándares y aseguramiento de la calidad. Se centra en el proceso investigativo correlacional e indagación con trabajo de campo, el propósito es medir el grado de correlación y viabilidad de adoptar como base para implementar un laboratorio de testing y de aseguramiento de la calidad la norma ISO/IEC 25010. Como resultado se establece una discusión sobre la temática al interior del grupo de investigación, la cual se basa en los soportes teóricos, diario de trabajo de campo y análisis sistemático de la información sobre la norma ISO/IEC 25010. Se tendrán unas conclusiones y recomendaciones para futuros investigadores o estudiantes que quieran tomar esta línea de investigación y contribuir al aseguramiento de la calidad y testeo de productos software.

Palabras claves— calidad, ISO 25010, producto, testing, software, usabilidad.

Abstract— This article focuses on the systematic analysis of information in ISO / IEC 25010, which aims to establish the parameters for the quality of the software product and that they are the base or reference point to implement a software testing laboratory in the Cooperative University of Colombia headquarters Popayán, to offer software products with high standards and quality assurance. The article focuses on the correlational research process and investigation with fieldwork, the purpose is to measure the degree of correlation and feasibility to adopt as a basis to implement a testing laboratory and quality assurance ISO / IEC 25010 As a result, a discussion is established on the subject within the research group, which is based on the theoretical supports, field work diary and systematic analysis of information on ISO / IEC 25010. Conclusions and recommendations for future researchers or students who want to take this line of research and contribute to the quality assurance and testing of software products.

Keywords— Quality, ISO 25010, product, testing, software, usability.

1. Introduccion

En los últimos años el auge de los dispositivos móviles (teléfonos tipo Smartphone, reproductores de audio portátil, asistentes personales digitales, navegadores GPS, tabletas, entre muchos más), ha aumentado, a su vez el desarrollo de diferentes aplicaciones para los dispositivos mencionados, por

consecuente es necesario e importante estudiar herramientas y establecer metodologías que permitan realizar pruebas a las aplicaciones y su comportamiento en los dispositivos, teniendo en cuenta que en desarrollo de aplicativos hay diferentes restricciones (capacidad de almacenamiento, conexión a internet, el sistema operativo, etc.).

La Facultad de Ingeniería de Sistemas se renovó con registro calificado donde el programa se denomina Ingeniería de sistemas por competencias y en su plan curricular hay asignaturas que se enfocan al desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, se presenta un problema crítico ya que en la actualidad en la universidad cooperativa de Colombia sede Popayán no se cuenta con un laboratorio o espacio enfocado a las pruebas de calidad de desarrollo de software de aplicativos móviles, en el cual se puedan realizar prácticas y así desarrollar adecuadamente un proceso de enseñanza-aprendizaje, donde los estudiantes puedan completar integralmente las competencias del ser, saber y hacer.

A raíz del problema, se propone un análisis sistemático de la información de la norma ISO/IEC 25010 para identificar las herramientas, técnicas y metodologías que puedan ser base para la implementación de un laboratorio de testing para los desarrollos de aplicativos móviles en Popayán de la Universidad Cooperativa de Colombia.

Con el objeto de medir la calidad de un producto software, teniendo en cuenta los procesos y factores que impactaron en el mismo. Priorizando las pruebas que se le pueden realizar al producto software, con el análisis de cada uno de los procesos del ciclo de vida, realizando una investigación de cada una de las pruebas que tiene el desarrollo de software de aplicativos móviles como: funcionalidad, compatibilidad, interoperabilidad, localización, usabilidad y teniendo en cuenta los atributos que llevan a tener un aplicativo con estándares de calidad y basados en normatividad.

2. Contexto

En la actualidad los productos de software son parte importante e integral en nuestras actividades diarias; ejemplo de ello son los cajeros automáticos, los vehículos, los Smart phone, las tablets, los portátiles, relojes, televisores y muchos otros conectados a través del internet de las cosas. Se debe tener en cuenta que los productos software son creados, desarrollados e implementados por seres humanos y por ende en cualquiera de sus etapas de creación se puede presentar una equivocación, al generarse esa equivocación se puede llevar a un defecto, como la mala digitación, distracción al codificar, entre otras. “Si no se ha identificado ese defecto y el producto software se ejecuta, hay un alto riesgo de que no haga lo que debería hacer o el objeto para lo cual fue creado, es decir se genera un fallo o desperfecto”.

También los fallos se pueden presentar por situaciones del entorno, como la radiación, descarga eléctrica, contaminación, inundaciones, humedad, etc. Por tanto realizar los procesos, métodos, técnicas que ayuden a reducir los riesgos en los productos software, y lograr de esta manera que se identifiquen los defectos antes de que se ejecuten, con esto se previenen los fallos y se puede brindar un adecuado aseguramiento de la calidad.

Con el fin de garantizar el aseguramiento de calidad se han creado una serie de pruebas, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Enfoques de las pruebas.

Nombre de la prueba	Descripción
Pruebas Unitarias	Se focaliza en ejecutar cada módulo, lo que provee un mejor modo de manejar la integración de las unidades en componentes mayores.
Prueba de Integración	Identificar errores introducidos por la combinación de programas probados unitariamente.
Prueba de Regresión	Determinar si los cambios recientes en una parte de la aplicación tienen efecto adverso en otras partes
Pruebas de Humo	Detectar los errores en releases tempranos y de manera fácil probando el sistema constantemente. Con lo que se aseguran los resultados de las pruebas unitarias y se reducen los riesgos.
Pruebas del Sistema	Asegurar la apropiada navegación dentro del sistema, ingreso de datos, procesamiento y recuperación.
Pruebas de Desempeño	Las pruebas de desempeño miden tiempos de respuesta, índices de procesamiento de transacciones y otros requisitos sensibles al tiempo
Pruebas de Carga	Verificar el tiempo de respuesta del sistema para transacciones o casos de uso de negocios, bajo diferentes condiciones de carga.

Pruebas de Stress	Verificar que el sistema funciona apropiadamente y sin errores, con memoria baja o no disponible en el servidor o con un número máximo número de clientes conectados. También con múltiples usuarios desempeñando la misma transacción con los mismos datos.
Pruebas de Volumen	Verificar que el sistema trabaja bien con un máximo número de clientes conectados y todos ejecutando la misma función por un período extendido. También verificar con un tamaño máximo de base de datos y múltiples consultas ejecutadas simultáneamente
Pruebas de tolerancia	Verificar que los procesos de recuperación restauran apropiadamente la Base de datos, aplicaciones y sistemas, y los llevan a un estado conocido o deseado.
Prueba de Múltiples Sitios	Detectar fallas en configuraciones y comunicaciones de datos entre múltiples sitios.
Pruebas de Integridad de Datos y Base de Datos	Asegurar que los métodos de acceso y procesos funcionan adecuadamente y sin ocasionar corrupción de datos.
Pruebas de Seguridad y Control de Acceso	Nivel de seguridad de la aplicación: Verifica que un actor solo pueda acceder a las funciones y datos que su usuario tiene permitido.
Pruebas del Ciclo del Negocio	Verificar la navegación a través de los objetos de la prueba reflejando las funcionalidades del negocio y requisitos, se realiza una navegación ventana por ventana, usando los modos de acceso (tabuladores, movimientos del mouse, teclas rápidas, etc).
Pruebas de Configuración	Validar y verificar que el cliente del sistema funciona apropiadamente en las estaciones de trabajo recomendadas.

Prueba de Estilo	Comprobar que la aplicación sigue los estándares de estilo propios del cliente.
Prueba de Instalación	Verificar y validar que el sistema se instala apropiadamente en cada cliente con instalaciones nuevas y actualizaciones
Prueba de Campo	Correr el sistema en el ambiente real para encontrar errores y validar el producto contra sus especificaciones originales.
Pruebas Beta	Realizar la validación del sistema por parte del usuario

Fuente:

<http://repositorio.unan.edu.ni/2371/1/pruebas%20de%20software%20para%20dispositivos%20m%25c3%2593viles%20andro id.pdf>

Se han establecido unos principios que permiten establecer unas pautas comunes para que las empresas de desarrollo de software y personas dedicadas al desarrollo de productos software (ISTQB 2.011)

Principio 1. Las pruebas demuestran la presencia de defectos.

Las pruebas son unas herramientas que permiten identificar la presencia de defectos; sin embargo, no garantizan que no haya defectos ocultos en el software.

Principio 2. Las pruebas exhaustivas no existen.

“Probar todo un aplicativo de extremo a extremo con todas las entradas de datos y condiciones es algo imposible”.

Principio 3. Pruebas tempranas.

Identificar los defectos en etapas tempranas, cuanto más rápido se identifiquen los defectos, más se ahorrará la empresa en todo tipo de recursos.

Principio 4. Agrupación de defectos.

Las pruebas deben concentrarse de manera proporcional. Por lo general, la mayoría de los fallos operativos se concentran en un número reducido de módulos.

Principio 5. Paradoja del pesticida.

Si se repite la misma prueba una y otra vez, la misma serie de casos de prueba dejará de encontrar nuevos defectos.

Principio 6. Las pruebas dependen del contexto.

Las pruebas dependerán del contexto en el cual se ejecuten.

Principio 7. Falacia de ausencia de errores.

La detección y corrección de los defectos no sirven de nada si el sistema no cumple con los requerimientos o necesidades del usuario.

Estos parámetros y/o postulados permiten en marcar la importancia de brindarle un aseguramiento a la calidad de software y por ello el equipo de investigación ha decidido analizar sistemáticamente la información sobre la Norma ISO/IEC 25010 como eje central para orientar el estudio sobre la implementación de un laboratorio de software, sin desmeritar otros estándares normativos como ISTQB, ISO/IEC 29119, ISO/IEC 9126, ISO/IEC 9241 los cuales se utilizaran para fortalecer y estructurar de una mejor manera una guía con métricas, técnicas y métodos que permitan garantizar la calidad de un producto software.

3. Metodología

Para el proyecto de investigación Para el desarrollo de la investigación se va a realizar investigación documental, audiovisual y presencial donde se realizara salidas de campo y videoconferencias con actores de distintas universidades, gobierno, salud y sector de tecnologías de Información y comunicaciones, donde se pretende debatir, centrar y consolidar la importancia de la implementación de un laboratorio de Testing de software para desarrollo de Aplicativos Móviles en la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Popayán, a través de ello se generará nuevo conocimiento, debido a que se generará relaciones no conocidas entre el problema y las diferentes variables y/o soluciones que se hayan implementado en las empresas.

Para el proceso investigativo se ha implementado la observación redactada en el diario de campo con el contexto internacional, nacional y local, se ha realizado entrevistas de indagación a Docentes de la facultad de ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Popayán, como grupo focal se trabajó en el debate “la importancia del proceso de pruebas” con algunos estudiantes del programa Ingeniería de sistemas por

competencias, que pertenecen al semillero de investigación Synap.

4. ISO/IEC 25010

La norma ISO/IEC 25010 hace parte de la familia de normas ISO 25000. Es una norma que está centrada hacia la usabilidad, en el cual se determinan las características de calidad que se deben tener en cuenta en el momento de evaluar las propiedades de un producto software terminado.

Se define que la calidad del producto software se puede tomar como el grado en que satisface los requisitos de sus usuarios, aportando de esta forma valor. Se trata de medir la calidad del producto software. Se puede observar el organigrama en la figura 1.

- *Adecuación Funcional:* referente a completitud, corrección y pertinencia funcional
- *Eficiencia de desempeño:* referente a medir comportamiento temporal, utilización de recursos, capacidad
- *Compatibilidad:* referente a medir la coexistencia, interoperabilidad
- *Usabilidad:* referente a medir capacidad para reconocer su adecuación, capacidad de aprendizaje, capacidad para ser usado, protección contra errores de usuario, estética de la interfaz de usuario, accesibilidad
- *Fiabilidad:* referente a medir madurez, disponibilidad, tolerancia a fallos, capacidad de recuperación.
- *Seguridad:* referente a medir confidencialidad, integridad, no repudio, responsabilidad y autenticidad.

Figura 1. Organigrama de la norma ISO 25010.



Fuente: <http://www.iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>.

- *Mantenibilidad*: referente a medir modularidad, reusabilidad, analizabilidad, capacidad para ser modificado, capacidad para ser probado.
- *Portabilidad*: referente a medir adaptabilidad, capacidad para ser instalado y capacidad para ser reemplazado.

5. Resultados

Con el análisis sistemático de la información se obtiene una guía para la utilización de métricas, técnicas, métodos y buenas prácticas para implementar un laboratorio de testing.

Esto dará como resultado que cada uno de los productos software sometidos a pruebas en el laboratorio de testing de la Universidad cooperativa de Colombia sede Popayán, tengan unos estándares altos de aseguramiento de la calidad.

Este proyecto genera también un informe de investigación, artículo y hace parte de un capítulo de monografía de trabajo de pregrado que será un material de consulta, transferencia de conocimiento e invitación a la investigación para la comunidad universitaria.

6. Conclusiones

La ISO/IEC 25010 enmarca la calidad en los productos software, garantizando también la articulación de los procesos para obtener los productos, por tanto es una referencia óptima para la base de implementar un laboratorio de testing.

El tener la percepción de investigadores a nivel local, nacional e internacional permite explorar, analizar y profundizar en las características, componentes, técnicas y métodos que orientan el aseguramiento de calidad de software.

7. Recomendaciones

Se sugiere a futuros investigadores o estudiantes interesados en el tema de aseguramiento de la calidad, estar actualizándose en los estándares reconocidos por las entidades internacionalmente reconocidas como la ISO.

Investigar en profundidad el tema de la ISO 25010 y potenciar sus características para difundirlas entre la comunidad universitaria y empresas de desarrollo de software.

8. Bibliografía

- [1] Paz, J. M. (2016). Análisis del proceso de pruebas de calidad de software. *Ingeniería solidaria*, 12(20).
- [2] Masri, W., & Zaraket, F. A. (2016). Coverage-Based Software Testing: Beyond Basic Test Requirements. *Advances in*

- Computers.*, pagina. 1-30, 2016 [en línea]. Disponible en: doi: 10.1016 /bs.adcom.2016.04.003
- [3] Deak, A., Stálhane, T., & Sindre, G. (2016). Challenges and strategies for motivating software testing personnel. *Information and Software Technology*, vol.73 paginas. 1-15, 2016 [en línea]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2016.01.002>
- [4] Ceballos Guerrero, R. (2011). Técnicas automáticas para la diagnosis de errores en software diseñado por contrato. Tesis doctoral en lenguajes y sistemas informáticos, Universidad de Sevilla, pagina 4-54 Sevilla – España 2.011 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=24794>
- [5] J. O. Navarro, “Estado del arte de métodos, tipos de testing y herramientas para aplicar pruebas de rendimiento”, tesis de grado, Fundación Universitaria Tecnológica de Comfenalco Cartagena, Colombia, 2010
- [6] D. (2013). Disponible en: <http://documents.mx/documents/estado-del-arte-de-metodos-tiposde-testing-y-herramientas-para-aplicar-pruebasde-rendimiento.html>
- [7] Oviedo Vargas, S., & Puello Marrugo, P. D. (2013). Diagnóstico para la implementación de hojas de rutas en la certificación de la industria desarrolladora de software en Cartagena De Indias (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena). Colombia, 2013 [en línea]. Disponible en: <http://190.242.62.234:8080/jspui/handle/11227/391>
- [8] Pardo, C., Hurtado, J. A., & Collazos, C. A. (2010). , “Mejora de procesos de software ágil con Agile spi Process”, *Revista dyna*. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25595>
- [9] Muñoz, C. C., Velthuis, M. G. P., & de la Rubia, M. Á. M. (2010). *Calidad del producto y proceso software*. Editorial Ra-Ma.
- [10] MIT (2.016), Massachusetts Institute of Technology, “Programa en Ciencia, Tecnología y Sociedad, junio 2016, Estados Unidos [en línea]. Disponible en: <http://web.mit.edu/sts/>
- [11] Enriquez, J. G., & Casas, S. I. (2014). Usabilidad en aplicaciones móviles. *Informes Científicos-Técnicos UNPA*, 5(2), 25-47.
- [12] Navarro, J. M., & Garzás, J. (2010). Experiencia en la implantación de CMMI-DEV v1. 2 en una micropyme con metodologías ágiles y software libre. *Revistas española de innovación, calidad e ingeniería del software*, 6(1), 6-15.
- [13] León Perdomo, Y., Enrique Góngora Rodríguez, A., & Febles Estrada, A. (2013). Aplicando métricas de calidad a proyectos y procesos durante las pruebas exploratorias. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 7(2), 193-205.
- [14] Mejía, R., Mauricio, G., Londoño, L., & Felipe, C. (2011). Diseño de juegos para el cambio social. *Kepes*, 8(7).
- [15] Estayno, M. G., Dapozo, G. N., Cuenca Pletsch, L. R., & Greiner, C. L. (2009). Modelos y Métricas para evaluar Calidad de Software. In XI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.
- [16] Mascheroni, M. A., Greiner, C. L., Petris, R. H., Dapozo, G. N., & Estayno, M. G. (2012). Calidad de software e ingeniería de

- usabilidad. In XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.
- [17] Ruiz, G. A., Palacio, J. A. P., Castro, C. A. C., Alaguna, A., Areiza, L. M., & Rincón, R. D. (2006). Modelo de Evaluación de Calidad de Software Basado en Lógica Difusa, Aplicada a Métricas de Usabilidad de Acuerdo con la Norma ISO/IEC 9126. RASI, 3(2), 25-29.
- [18] Lompfrey, G., & Hernandez, S. (2008). La importancia de la Calidad en el desarrollo de productos de software, 7(2),20
- [19] Lamancha, B. P., & Polo, M. (2009). Generación automática de casos de prueba para Líneas de Producto de Software. Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, 5(2), 17.
- [20] Puello, O. (2013). Modelo de verificación y Validación basado en CMMI. Investigación e Innovación en Ingenierías, 1(1).
- [21] ATOS-ORIGIN, S. A. (2008). TestPAI: Un área de proceso de pruebas integrada con CMMI. REICIS. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software, 4(4), 6-20.
- [22] GÓNGORA, A. (2011). Catálogo automatizado de métricas de calidad para evaluar los productos en las pruebas. Máster en Calidad de Software, Universidad de Ciencias Informáticas.
- [23] ISO 25000 Calidad del producto de software: <http://iso25000.com/>
- [24] Díaz & Hilterscheid, Probador nivel básico de acuerdo al programa de estudios de ISTQB, Versión V.1.2a V ES.1.0.
- [25] Suárez, F.; Garzas, J. I Jornadas sobre Calidad del Producto Software e ISO 25000, Santiagode Compostela, 10 de junio de 2014.
- [26] Scalone, F. (2006). Estudios comparativos de los modelos y estándares de calidad del software. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional.
- [27] International Software Testing Qualifications Board [istqb], "Certified Tester Foundation Level Syllabus. Released version 2011", 2011 [en línea]. Disponible en: <http://www.istqb.org/downloads/send/2-foundation-level-documents/3-foundationlevel-syllabus-2011.html4>

Prototipo de Robot Paralelo Delta para fortalecer el proceso educativo a nivel superior

Prototype Delta Parallel Robot to strengthen the educational process at the higher level

José Serracín¹, Iveth Moreno², Tirone Vásquez³, Isaac Bonilla⁴

^{1,2,3,4} Centro Regional de Chiriquí, Universidad Tecnológica de Panamá

¹jose.serracin@utp.ac.pa, ²iveth.moreno@utp.ac.pa, ³tirone26@hotmail.com, ⁴ibonilla@promed-sa.com

Resumen– En este artículo se presenta el diseño, construcción e implementación del prototipo de un robot paralelo industrial tipo delta, como herramienta educativa que fortalecerá el proceso de enseñanza aprendizaje en cursos universitarios vinculados a especialidades como la informática, el control, la automatización, la electrónica, y la electricidad, entre otras.

Palabras claves– Automatización, comunicación, control, diseño, Mint Workbench, Robot paralelo.

Abstract– This article presents the design, construction and implementation of the prototype of a parallel industrial type delta robot, as an educational tool that will strengthen the learning process in university courses related to specialties such as computer science, control, automation, electronics, and electricity, among others.

Keywords– Automation, communication, control, design, Mint Workbench, Parallel Robot.

1. Introducción

Los robots paralelos tipo Delta son muy utilizados en los procesos industriales de selección y clasificación de productos, dada su rapidez, precisión y manejo de carga: características principales de este tipo de robot [1]. Un robot Delta está compuesto por una base fija y otra móvil, unidas entre sí por un conjunto de tres brazos articulados y actuadas cada una por un servomotor, dando como resultado que el efector final compuesto por la base móvil, pueda posicionarse y orientarse a discreción del control que se realice sobre el robot.

El principal objetivo del trabajo que se realizó fue diseñar y construir un prototipo de robot de estructura paralela con configuración Delta, el cual sirva como equipo de laboratorio para diversos cursos universitarios como: Introducción a la Robótica Industrial, Diseño Mecánico, Teoría de Control, Computadores Digitales, Ingeniería de Software, Microprocesadores, Programación, etc. De esta forma el docente y el estudiante hacen uso del robot como una herramienta que facilita el proceso enseñanza-aprendizaje en las áreas de ciencia y tecnología. Además, de la utilización

que se le puede dar en el futuro dentro del área de la investigación.

En este artículo se presenta de forma breve el diseño, ensamblaje e implementación del prototipo de un robot paralelo tipo delta como herramienta en el proceso educativo. El artículo se presenta de la siguiente manera: en la sección 2 antecedentes; en la sección 3 diseño y construcción de un robot paralelo Delta; en la sección 4 el sistema eléctrico de potencia y control; en la sección 5 programación para el control del robot; en la sección 6 las aplicaciones; y en la sección 7 las conclusiones.

2. Antecedentes

El conocimiento de los robots paralelos se remonta a 1931 con el diseño realizado por James E. Gwinnett, evolucionando en el tiempo: pasando por el robot industrial paralelo construido por Willard Pollard, la plataforma paralela inventada por el Dr. Eric Gough en 1940, el simulador de vuelos de Stewart en 1965, el simulador de movimiento basado en un hexápodo de Cappel en 1967, en 1978 Hunt destacó la importancia de un estudio más detallado de las ventajas en cuando a

rigidez y precisión de los robots paralelos, McCallion y Pham en 1979 propusieron usar la plataforma Stewart como un manipulador paralelo debido a que su efector final es mucho menos sensible a errores, y en 1990 cuando Reymond Clavel modifica al manipulador Stewart y surge el manipulador Delta de tres y cuatro grados de libertad [2]. Desde entonces, este tipo de robot ha adquirido un interés destacado entre los estudiosos de la robótica y en la industria.

Un robot Delta es un robot paralelo que consta de una plataforma fija y una plataforma móvil, conectadas por tres cadenas cinemáticas [3]. En la base fija sostiene tres articulaciones mecánicas, los ejes de estas articulaciones forman un triángulo equilátero plano. La plataforma está conectada con cada unidad por dos enlaces formando un paralelogramo. El objetivo de usar los paralelogramos es restringir completamente la orientación de la plataforma móvil, en consecuencia el efector final sólo tendrá tres movimientos de sólo traslación.

El espacio de trabajo de un robot Delta es relativamente pequeño y el hecho de tener actuadores en su base permite alcanzar grandes aceleraciones dependiendo de la necesidad siendo el candidato perfecto para operaciones de tomar objetos y colocarlos.

Actualmente, las industrias tienen la necesidad de hacer frente a las exigencias del mercado, lo que obliga a desarrollar manipuladores flexibles y eficientes en cualquier entorno [4]. Esta situación hace que los robots paralelos por sus ventajas tenga un papel relevante en diferentes tipos de industria, en la tabla 1 se enlistan las ventajas y desventajas de los robots Delta.

3. Diseño y construcción de un robot paralelo Delta

El prototipo que se desarrolló es para uso didáctico y no para uso industrial, lo que motivó que sea de un tamaño grande para un mejor estudio y futuras adecuaciones y mejoras.

Para su diseño se tomaron en cuenta diferentes aspectos como peso de los servomotores, posición de los brazos, peso del material utilizado para la confección de los brazos, programación mediante software y otros, importantes para obtener el diseño más funcional.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los robots Delta. [8]

Ventajas	Desventajas
Gran rigidez y fuerza por una cadena cinemática de lazo cerrado.	Espacio de trabajo pequeño y complejo.
Varios componentes iguales.	Control complejo.
Su fuerza máxima es la suma de las fuerzas de todos los actuadores.	Singularidades en su espacio de trabajo.
Posibilidad de modular o reconfigurar el diseño.	Su rendimiento depende de la posición en la que se encuentra.
Errores de posición promedio.	Calibración complicada.
Buena relación capacidad de carga/peso de la máquina.	Mala relación entre el espacio de trabajo y el tamaño de la máquina.
Poca inercia.	Componentes clave complicados.
Rendimiento dinámico muy alto debido a la masa.	Muy susceptibles a cargas térmica.

La estructura mecánica del prototipo del robot paralelo tipo Delta, mantiene su concepto básico pero con algunas modificaciones en la posición de los servomotores y los brazos. El diseño propuesto disminuyó las vibraciones en el momento del movimiento de cada uno de los brazos, ofreciendo más firmeza pero mantiene la desventaja en cuanto al espacio de trabajo.

Tomando en cuenta el tamaño de los servomotores se buscó diseñar piezas mecánicas más fuertes y que soportan tanto el peso como las tensiones generadas al momento de realizar un movimiento. Algunas de estas piezas se diseñaron y trabajaron de manera especial pero a su vez de un material liviano.

Los diseños mecánicos del robot se realizaron en el software Inventor de Autodesk, y su función principal es ser una guía para la construcción de las piezas del robot. En la figura 1 se observa el diseño de la base superior fija del prototipo.

Los diseños eléctricos y electrónicos se realizaron en Autocad Electrical, y su función principal es ser una guía para el estudio y solución de posibles fallas en estos sistemas.

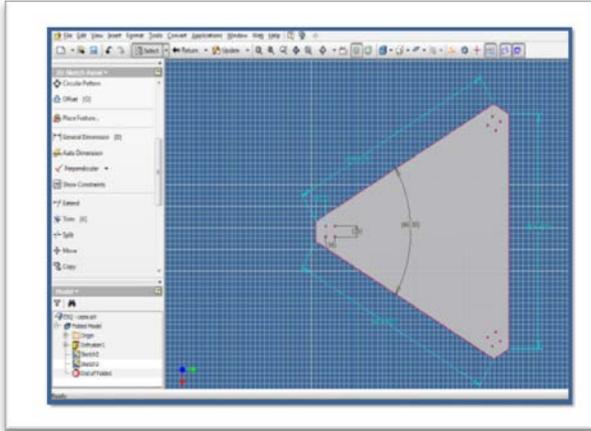


Figura 1. Diseño de base superior fija del prototipo.

El prototipo desarrollado fue construido con una mezcla de componentes de diferentes materiales, cada uno ensamblado para un fin en específico, utilizando: aluminio, acero inoxidable, acero galvanizado y poliéster.

El diseño propio del robot implicó que algunas piezas fueran mecanizadas. Este es el caso del efector final (ver figura 2), el cual está hecho de poliéster, su diseño permite una movilidad para su espacio de trabajo y se escogió este material ya que el prototipo no tiene ninguna herramienta para trabajo específico, y permite a su vez el acople de cada brazo, siendo muy liviano y otorgando firmeza; cabe destacar que el efector final puede ser reemplazado por cualquier otro tipo de herramienta.

4. Sistema eléctrico de potencia y de control.

El sistema eléctrico de potencia y de control del prototipo está basado en una mezcla de componentes eléctricos, electrónicos y de comunicación direccionada específicamente para el actuar de los servomotores en conjunto.

En la tabla 2 se muestra la forma general en que se dividieron los componentes.



Figura 2. Brazos unidos al efector final.

El MicroFlex e100 que se muestra en la figura 3, es una versátil unidad servo sin escobillas, proporcionando un movimiento flexible y potente solución de control para los motores rotativos y lineales [5].

Tabla 2. Componentes eléctricos, electrónicos y de comunicación.

Descripción	MicroFlex100	NextMove e100	Servomotor	Filtro	Resistencia
Componente eléctrico			3	3	3
Componente electrónico y comunicación	3	1			

El MicroFlex e100 tiene una serie de conectores los cuales cada uno tiene una función específica, como el conector de potencia, conexión al servomotor, leds, puertos USB, entrada de retroalimentación, conector de comunicación Ethernet, etc.

El NextMove e100 cuenta con el lenguaje de control de movimientos de una forma estructurada de Basic, para controlar los movimientos de los servo motores [6].



Figura 3. MicroFlex e100.

Para la etapa de comunicación se utiliza el conector USB para conectar el NextMove e100 a un PC con el software Mint WorkBench, software propio para el controlador. Y para la comunicación Ethernet se utilizaron conectores RJ45 no cruzados. Es importante una comunicación efectiva entre cada uno de los equipos y tener en cuenta los protocolos de comunicación que se pueden usar, Ethernet Powerlink o CANopen. Para el desarrollo del robot se eligió trabajar con el Ethernet PowerLINK.

Se utiliza un filtro de alimentación de corriente alterna, que asegura que el MicroFlex cumpla las especificaciones de la Comunidad Europea.

Los servos motores que se utilizaron son de la serie BSM, muy versátiles en la industria y cuentan con sensores de protección térmica.

La resistencia de regeneración (ver figura 4) externa opcional, puede ser necesaria para disipar el exceso de alimentación del bus CC interno durante la deceleración del motor. La resistencia debe tener al menos 39Ω , $100\mu\text{H}$ y una potencia mínima de 44W .

Para el cableado de los elementos eléctricos se utilizó cable con las dimensiones recomendadas por el NEC de acuerdo a la corriente y voltaje de cada elemento. Cada punto de cableado cuenta con una terminal adecuada a su función. Todo el equipo será alimentado con 24VDC . También se instaló el sistema de protección de los componentes del sistema eléctrico y de control.



Figura 4. Resistencia de Regeneración.

5. Programación para el control del robot.

La programación del prototipo es el paso vital para controlar de manera independiente o en conjunto los servomotores para obtener movimientos deseados en el espacio de trabajo.

Se utiliza el programa Mint WorkBench para programar el movimiento de los servos motores. Se debe configurar cada uno de los servomotores dependiendo de lo que se desea hacer. Estas configuraciones se pueden guardar sí se van a utilizar posteriormente dentro del mismo programa. Pero siempre debe existir una configuración inicial.

A través del programa se puede elegir el sistema de medida que se usará, tipo de conexión, selección del driver, tipo de conexión para la comunicación, modelo de motor, configuración de cuencas, y hasta configuraciones más específicas del control del servomotor; prestando especial atención a la posición, velocidad y aceleración que se desea aplicar en los sensores.

Finalizada las configuraciones iniciales, el software da paso a un autoajuste que se le debe realizar a cada servomotor. Al terminar el autoajuste el software arroja un informe y se despliega una ventana para guardar el autoajuste finalizado. En este punto, los servos motores están listos para realizar el movimiento que le ha sido cargado al controlador.

6. Aplicación

El robot Delta se construyó con miras a fortalecer el proceso educativo superior e implicó no sólo la elaboración de un manual de mantenimiento y reparación, sino también la confección de guías de laboratorio. En la figura 5 se observa una imagen completa del robot, y en la figura 6 el panel de control del mismo.



Figura 5. Robot Paralelo tipo Delta.

Uno de los laboratorios planteados es el reconocimiento del hardware del robot paralelo tipo Delta. En este laboratorio los estudiantes deberán reconocer los componentes principales de la parte de control, potencia y actuadores que conforman el robot Delta, familiarizándose con la tecnología implementada en el proyecto.



Figura 6. Panel de Control.

Otro de los laboratorios implica que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios y la experiencia

profesional con tecnologías industriales, a partir de la configuración del robot y análisis de los resultados que obtengan; donde los estudiantes pueden calcular la cinemática inversa del robot a partir de la geometría y de las articulaciones del sistema.

Además, el robot puede ser utilizado como una herramienta de aprendizaje para diferentes cursos dentro de la Universidad, aparte de los cursos de Robótica e Introducción a la Robótica Industrial. Tal es el caso, de asignaturas como Teoría de Control, Programación, Microprocesadores, Diseño Mecánico, etc.; donde los estudiantes pueden evaluar diferentes sistemas de control, desarrollo de algoritmos, programación de un sistema completo, diseño de diferentes efectores finales, entre otras cosas.

A nivel de investigación, el robot es la base para desarrollar estudios donde por ejemplo se aprovecha la velocidad del robot para realizar clasificación de productos utilizando un sistema de cámaras enfocado al espacio de trabajo del robot y un efector final de pinzas de agarre. Para la clasificación se puede implementar diferentes técnicas de reconocimiento de patrones, dando lugar a la oportunidad de realizar comparaciones según técnica aplicada y según producto clasificado.

7. Conclusión y discusión

El robot paralelo tipo Delta fue construido a partir de motores Baldor, que eran los recursos tecnológicos con los que contaba la Universidad en ese momento. El robot tiene por lo tanto, un entorno de programación amigable para los estudiantes, otorgándole una herramienta moderna para los procesos de enseñanza-aprendizaje a nivel superior. El robot tiene tres grados de libertad, y permite levantar grandes pesos sin forzar a los actuadores.

Por medio de la estructura de control, se cumplió con los requerimientos de comunicación con los diferentes equipos de control, cada grado de libertad está controlado con un MicroFlex e100, el cual tiene la tarea de recolectar los datos de posición, velocidad, torque. Estos datos son llevados al cerebro del robot Delta donde son procesados y analizados en función a la estructura del programa para realizar el movimiento a las coordenadas programadas, dentro del espacio de trabajo.

En conclusión, se diseñó, se construyó e implementó un prototipo de robot Delta que fortalecerá el proceso

educativo a nivel superior, como herramienta de enseñanza en cursos especializados.

Se evaluó el desarrollo del primer laboratorio presentado en el proyecto con el grupo de estudiantes de la asignatura de Introducción a la Robótica Industrial; confirmando que la teoría adquirida en clase, es reafirmada con la práctica adquirida en laboratorio. Fue muy valorado por los estudiantes el tener la experiencia de observar y trabajar con un robot con características similares a los robots de la industria. Además, se programaron y comprobaron diferentes planificaciones de trayectorias del efector final dentro de su espacio de trabajo.

Dentro de las recomendaciones futuras, son incorporarle visión a la estructura de control, diseñar otros tipos de efectores finales, entre otras. Otra recomendación a corto plazo es implementar el código de la cinemática inversa del robot previamente codificado en MatLab a lenguaje Baldor.

También se pretende que el robot desarrollado se pueda utilizar en otras tesis o proyectos de investigación, que permitan aportar a necesidades de la comunidad educativa o en general.

8. Referencias

- [1] M. M. C. A. G. M. Coronado E., «Control de un Robot Paralelo Tipo Delta basado en Manipulación en Espacio de Cámara Lineal.» de Congreso Nacional de Control Automático, México, 2013.
- [2] S. R. S. J. R. O. Aracil R., «Robots paralelos :Máquinas con un pasado para una robótica del futuro.» Revista Ieroamericana de Automática e Informática Industrial., vol. 3, n° 1, pp. 16-28, 2006.
- [3] C. L. I. L. Simionescu I., «Static balancing with elastic systems of DELTA parallel robots.» Mechanism and Machine Theory., vol. 87, pp. 150-162, 2015.
- [4] C. E. G. J. B. A. Sánchez A., «Análisis del desempeño cinetostático de un robot paralelo tipo Delta reconfigurable.» Ingeniería, Investigación y Tecnología, vol. 16, n° 2, pp. 213-224, 2015.
- [5] ABB, «ABB motion control drives, MicroFlex e100,» [En línea]. Available: https://library.e.abb.com/public/4b1cd201847b0457c1257b5100545e7c/MicroFlex_e100_EN_3AUA0000116018_RevB.pdf. [Último acceso: 24 abril 2016].
- [6] ABB, «User's manual. NextMove e100 motion controller.» [En línea]. Available: <https://library.e.abb.com/public/f5a577de7cb345869658c50b97ff78f6/LT0231A09EN.pdf>. [Último acceso: 24 abril 2016].
- [7] UPC, «Robots industriales,» [En línea]. Available: http://www-pagines.fib.upc.es/~rob/protegit/treballs/Q2_03-04/industr/Robots%20Industriales.htm. [Último acceso: 24 abril 2017].
- [8] L. Silva, «Tesis doctoral "Contro Visual de robots paralelos. Análisis, Desarrollo y Aplicación a la plataforma robotenis".» Universidad Politécnica de Madrid, 2005.

Prototipo de videojuego para respaldar la resiliencia en menores de edad víctimas del conflicto armado en el Municipio de Caldono Cauca

Prototype of video game to support the resilience in minor's victims of the armed conflict in the Municipality of Caldono Cauca

Arbenis Guzmán Omen¹, Brayan Steven Inchima Chicangana², Jhon Anthony Ortiz Burbano³, Julián Andrés Mera Paz⁴, María Daniela Encarnación Angulo⁵, Rodrigo Alexander Gómez Salazar⁶, Yonier Felipe Mosquera Angulo⁷
^{1,2,3,4,5,6,7}Facultad de Ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia

¹arbenis.guzmano@campusucc.edu.co, ²brayan.inchima@campusucc.edu.co, ³jhon.ortizb@campusucc.edu.co,
⁴julian.mera@campusucc.edu.co, ⁵maria.encarnacion@campusucc.edu.co, ⁶Rodrigo.gomez@campusucc.edu.co,
⁷yonier.mosquerab@campusucc.edu.co

Resumen— Este artículo es producto de una investigación que se está realizando desde el mes de Noviembre de 2016, por los estudiantes del semillero Synap de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Popayán, en el cual se estructura el desarrollo de un prototipo de videojuego para respaldar la resiliencia de menores de edad víctimas del conflicto armado en el municipio de Caldono, para ello se ha realizado actividades como lectura y análisis de libros, revistas y artículos que han tenido un gran impacto de las Tic en proceso de conflicto armado a nivel internacional, nacional y regional. Respaldado también por la orientación de docentes con experiencia en el tema de resiliencia desde la facultad de psicología, con ello se logra identificar el problema que se busca solventar a través de un prototipo de videojuego. El artículo se centra en el proceso investigativo para consolidar el desarrollo del videojuego, para ello se aplicara un método de investigación mixto, donde se tendrá en cuenta lo cuantitativo y cualitativo adaptándose al grupo poblacional de menores de 6 a12 años de edad del municipio de Caldono en el departamento del Cauca a través del proceso de investigación se indaga e identifica que elementos resilientes les permiten mejorar sus condiciones psicoafetivas derivadas de trastornos o eventos vividos durante el conflicto armado. Como resultado se establece una discusión sobre la temática al interior del grupo de investigación, la cual se basa en los soportes teóricos, trabajo de campo y avance en el desarrollo del videojuego. Se tendrán unas conclusiones y recomendaciones para futuros investigadores o estudiantes que quieran tomar esta línea de investigación de videojuegos para soportar situaciones psicoafetivas en niños que sean víctimas de conflicto armado.

Palabras claves— Resiliencia psicológica, municipio de Caldono, prototipo videojuego, modelo canvas.

Abstract— This article is the product of an investigation that is being carried out since November 2016, by the students of the Synap seed of the Colombian Cooperative University of Popayán, in which the development of a video game prototype is structured to support the resilience of minors who are victims of the armed conflict in the municipality of Caldono. For this purpose, activities have been carried out such as reading and analyzing books, magazines and articles that have had a great impact on the TIC in the process of armed conflict at the international level, National and regional levels. Also supported by the guidance of teachers with experience in the subject of resilience from the faculty of psychology, with this it is possible to identify the problem that is sought to solve through a video game prototype. The article focuses on the investigative process to consolidate the development of the video game, for it will be applied a mixed research method, which will take into account the quantitative and qualitative, adapting to the population group of children aged 6 to 12 years of age in the municipality Of Caldono in the department of Cauca through the investigation process is investigated and identifies that resilient elements allow them to improve their psychoaffective conditions derived from disturbances or events lived during the armed conflict. As a result, a discussion is established on the subject within the research group, which is based on theoretical support, fieldwork and progress in the development of the video game. There will be conclusions and recommendations for future researchers or students who want to take this line of video game research to support psycho-affective situations in children who are victims of armed conflict.

Keywords— Psychological resilience, municipality of Caldono, video game prototype, canvas mode.

1. Introducción

En Colombia el conflicto armado es uno de los temas más críticos, es una de las problemáticas que ha transcurrido desde hace 50 años, entre los diferentes municipios del país, uno de ellos es el municipio de Caldono ubicado en el departamento del Cauca ha sido uno de los más afectados debido a que es señalado como uno de los municipios que ha recibido la mayoría de los ataques guerrilleros en la historia del país. Caldono cuenta con 32.800 habitantes y 7 resguardos indígenas. En este municipio existen 67 tomas guerrilleras, por la cual es considerado el segundo territorio nacional con más ataques ocasionados por la insurgencia. Debido a lo que se ha venido presentando se puede decir que el conflicto armado en este municipio ha dejado miles y miles de víctimas entre ellos afectando los niños y niñas de forma directa e indirecta. Se debe tener en cuenta que el conflicto armado ha afectado a las comunidades más vulnerables y sensibles, dejando secuelas que afectan en el comportamiento, en lo social y emocional.

El conflicto armado en Caldono ha dejado niños y niñas que han sido secuestrados, asesinados, violentados y abusados tanto psicológicamente como sexualmente, los cuales han destrozado la vida de estos pequeños y la de sus familiares. En el ámbito social, esto tiende a que los niños se olviden y se alejen de las actividades de la infancia como lo es el juego, la escuela, la familia entre otros. Debemos mencionar que no podemos afirmar que estos niños afectados por el conflicto, no puedan salir adelante porque se debe tener en cuenta la fortaleza de los niños y niñas que con un poco de cuidado y con una buena orientación en la que se puede ayudar tanto psicológica como socialmente para que sean capaces de enfrentar las adversidades que se les presente en la vida. La resiliencia es la capacidad de superar eventos adversos, y ser capaz de tener un desarrollo exitoso a pesar de la circunstancia muy adversa (muerte de los padres, guerras, graves traumas nos encontramos con situaciones que parecen no tener salida, la resiliencia nos invita a desbloquear la mirada paralizada, dar posibilidades, consiste en reanimar lo que creemos acabado, redescubrir aquello extraordinario que todas las personas poseemos.

La resiliencia ha despertado un gran interés en los últimos años en los diferentes campos profesionales generando un nuevo concepto de observación en el cual se muestra la capacidad del ser humano para resistir y

superar las adversidades a demás reconstruirse en integridad a pesar de haber vivido experiencias traumáticas que marcaron su vida para siempre. La capacidad de ajuste personal y social a pesar de vivir en un contexto desfavorable y haber vivido experiencias traumáticas es lo que define especialmente la personalidad resilientes.

2. Fase de Ideación del prototipo

La idea de este proyecto “Prototipo de videojuego para respaldar la resiliencia en menores de edad víctimas del conflicto armado en caldono cauca”. Después de llevarse a cabo algunas reuniones del grupo semillero Synap, en las cuales se realizaron diferentes investigaciones con ayuda de la facultad de psicología, de la universidad cooperativa de Colombia, y con algunas lecturas de libros, revistas y artículos, además con la orientación del ingeniero Julián Andrés Mera Paz decidimos trabajar en esta propuesta de crear un videojuego educativo, didáctico, invirtiendo colores y personajes llamativos para que sean de agrado de los niños.

Después de tener la propuesta clara empezamos creando un dialogo para los escenarios de los niveles, en total son cinco niveles a realizar, de los cuales tenemos dos niveles.

Teniendo la idea del prototipo del videojuego se decide trabajar con la estrategia llamada Canvas en el cual permite establecer el segmento de cliente y la propuesta de valor. Canvas es una herramienta de análisis donde quedan reflejadas las fortalezas y debilidades de un modelo de negocio, proveyendo una visión global de una manera rápida y sencilla.

El modelo Canvas consiste en completar los 9 módulos planteados por el autor, todos ellos interrelacionados y que explican la forma de operar de la empresa para generar ingresos:

a. Segmentos de clientes

Se refiere a conocer bien tu público objetivo; a quién va a ir dirigida la oferta; cuáles son las preferencias de ese mercado o mercados, sus gustos, así como cuáles serán los clientes más importantes para el negocio y su propuesta de valor.

Cuando empiezas a tener clientes, y el número empieza a crecer, lo habitual es agruparlos por segmentos de forma lógica (edad, gustos, poder adquisitivo). Por esa razón es que hablamos de segmentación de clientes.

b. Propuesta de valor

Muy unido a este concepto están los clientes. Es decir, tienes una propuesta de valor que es lo que te diferencia en el mercado. Esa propuesta de valor hay que dirigirla hacia tus clientes, por lo que tendrás que establecer una relación con ellos a partir de ese principal argumento de tu oferta. La forma en la que se distribuye esa propuesta de valor al cliente es a través de una serie de canales.

c. Canales de distribución

Es la forma con la que vamos a establecer el contacto con el cliente. Estos canales pueden ser directos, mayoristas, a través de Internet o puntos de venta propios.

d. Relación con el cliente

Piensa cómo vas a relacionarte con cada tipo de cliente, teniendo en cuenta sus características y sus necesidades. Por ejemplo, si buscan un servicio de atención personalizado, si prefieren establecer una comunidad online y debatir en ese entorno, o qué es lo que buscan. Averígualo y mantén esa relación. El tipo de relación deberá ser coherente con el segmento de clientes a los que nos dirigimos, el tipo de propuesta de valor que les ofrecemos y estará condicionada por los recursos disponibles.

e. Fuentes de ingreso

Qué ingresos entran en nuestra empresa; cómo es el flujo (mensual, semanal, diario); cómo y cuánto está dispuesto a pagar tu cliente. Todas estas cosas tienen que ser coherentes con la propuesta de valor de nuestra empresa. Esto nos permitirá ver el margen de las distintas fuentes de ingresos para poder tomar decisiones acerca de la rentabilidad de la compañía.

f. Actividades clave

Son actividades estratégicas que se desarrollan para llevar la propuesta de valor al mercado, relacionarse con el cliente y generar ingresos. A qué se dedicará tu empresa. Por ejemplo, si se dedicará a la producción, al diseño, marketing, distribución, o al mantenimiento.

g. Socios claves

Son los agentes con los que necesitas trabajar para desarrollar el negocio: inversores, proveedores, alianzas comerciales, o una autorización por parte de algún órgano de la Administración Pública.

h. Estructura de costos

Implica todos los costos que tendrá la empresa, una vez analizadas las actividades, los socios y los recursos clave. Además, será una forma de saber cuál es el precio que tendrá que pagar el cliente para adquirir el producto o servicio.

El interés del grupo de investigación Synap por la resiliencia desde un punto de vista de la ingeniería de sistemas ha venido desde hace mucho tiempo, y se ha visto un gran avance en los últimos años, Esto se debe a los diferentes estudios de seguimiento. Hace mucho tiempo atrás, estudios psicológicos indican que existe una gran cantidad de niños que han sido afectados por circunstancias difíciles, como abandono, maltrato y guerra.

Lo que se pretende con este artículo es recolectar información de la cual se puede clasificar y analizar, ya con Este tipo de información recolectada nos servirá como base y guía de referencia en el proceso de investigación sobre la resiliencia en niños y niñas de 6 a 12 Años Este artículo se materializa con el inicio del proyecto “Prototipo de videojuego para respaldar la resiliencia en menores de edad víctimas del conflicto armado en el Municipio de Caldoño Cauca “víctimas del conflicto armado”.

Análisis y generación de modelos de negocio				
Partners Clave ¿Qué pueden hacer los partners mejor que tu o con un coste menor y por tanto fortalecer tu modelo de negocio?	Actividades Clave ¿Qué actividades clave hay que desarrollar en tu modelo de negocio de que manera las llevas a cabo?	Propuesta de Valor ¿Qué problemas de tus clientes estás resolviendo y qué necesidades estás satisfaciendo?	Relaciones con los clientes ¿Qué tipo de relaciones esperan tus clientes que establezcas y mantengas con ellos?	Segmentos de Clientes ¿Cuáles son las necesidades, problemas, deseos y ambiciones de tus clientes?
	Recursos Clave ¿Qué recursos clave requiere tu modelo de negocio?		Canales de Comunicación/ Distribución ¿A través de qué canales/métodos contactarás y atenderás a tus clientes?	
Estructura de Costes ¿Cuál es la estructura de costes de tu modelo de negocio?		¿Qué valor están dispuestos a pagar tus clientes por tu solución y mediante qué formas de pago?		Flujo de Ingresos

Figura 1. Lienzo Canvas. Fuente: <http://advenio.es/wp-content/uploads/2010/11/PlantillaAdvenioBMG2.png>

3. Diseño del prototipo

Para el diseño del prototipo de este videojuego se decide realizar con un marco de referencia como la metodología Scrum, donde se establecieron diferentes roles dentro del equipo de trabajo formando grupos de trabajo, de tal

manera que logre cumplir con los objetivos propuestos inicialmente, dentro de los grupos se nombra un Scrum master encargado de informar sobre los avances que se van teniendo a diario y reportar alguna o algunas necesidades que impida avanzar al grupo, un líder para que esté al tanto de lo que se está haciendo y así se pueda trabajar de forma coordinada.

DIÁLOGOS DE JUEGO

Escena 1 (Intro donde el jugador no interactúa)

(El jugador se encontrara sentado) Hola (el jugador puede definir el nombre), soy docente en el área de ética y valores. Hoy cuando estaba en mi casa tocaron a la puerta y el mensajero me entrego una carta que decía: "Señor Juan, usted ha sido seleccionado como docente para orientar la materia convivencia en la comunidad de Caldono – Cauca". Yo acepte con gusto ya que fue el lugar en donde crecí.

Escena 2

(El jugador está sentado, se le debe guiar para obtener un espejo o fotografía) aparece una imagen que le recuerda su niñez y una parte del conflicto (imagen de hombres con camuflado y armas) se le guía al usuario a armar un rompecabezas/ahorcado/sopa de letras donde el usuario adquiera un concepto de resiliencia

Escena 3

(El jugador después de haber hecho el juego) llamare a mamá, quiero decirle que llegare en la tarde a Caldono y que me contrataron como docente allá. (Empiezo a empacar ya que mi vuelo parte a las 2:00 PM). Bien...por fin eh terminado de empacar, ahora al aeropuerto.

Escena 4

+Oh...Madre por fin que contestas –Hola hijo como estas? +Bien madre, te tengo muy buenas noticias –y eso mijo, Cuénteme que estoy ansiosa + Madre me contrataron de Docente para educar allá y me dijeron que uno de los temas que tendría que instruir sería sobre la resiliencia –Que bueno mijo! Pero yo no sé qué es la resiliencia Me alegra muchísimo y ¿entonces? ¿Cuándo sale tu vuelo?

–ya estoy el aeropuerto y en la tarde llegare a Popayán y de hay partiré en bus hacia Caldono puede que esté llegando a media noche allá + Ay mijito...tendrá mucho cuidado en la venida para acá, usted sabe cómo es acá así que mucho cuidado. Si madre iré con cuidado, nos vemos allá. (Mostrar el documento y que le ase preguntas de porque ira hacia haya ósea como la seguridad de los aeropuertos---

{{(Nivel 1)

Escena 5

Por fin! Llegue a Popayán ahora...a coger un bus directo a Caldono

Figura 2. Diálogos del videojuego. Fuente: propia.

Para diseñar el prototipo de este videojuego se apoya en un dialogo corto donde el personaje principal se encuentra en una situación de su vida un poco tranquila

pero cuando recibe una propuesta vuelve a su pasado por completo recordando hechos que en su infancia marcaron su vida para siempre dejando grandes secuelas y causándole daño en su vida a causa del conflicto armado. Inicia desde la redacción de una serie de diálogos que narran la historia de una víctima de la resiliencia con la cual interactuara el jugador en el videojuego. Los diálogos constan de 5 escenas empleadas como una guía de desarrollo y visión del videojuego. Después de haber realizado los diálogos del videojuego procedimos a la elaboración de los personajes y objetos a plasmar en el video juego.

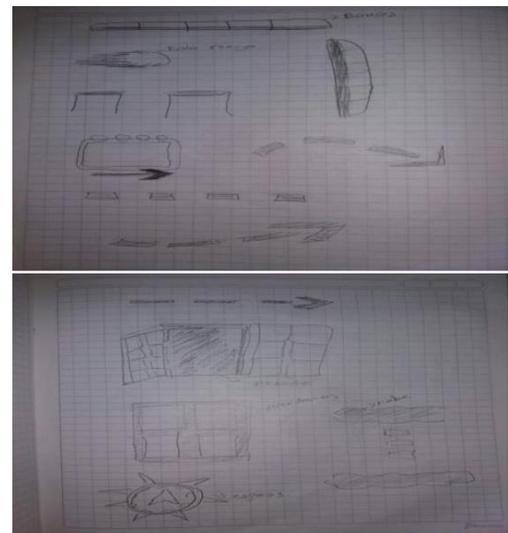


Figura 3. Bocetos en papel. Fuente: propia.

Se procede a seleccionar las herramientas para que se pueda desarrollar el prototipo del videojuego:

Construct 2

Es un programa con el que se pueden realizar videojuegos en formato html5 sin tener conocimientos de programación gracias a un intuitivo entorno es decir que la mayoría de funcionalidades se pueden utilizar desde una interfaz visual sin tener que escribir una línea de código. Está orientado a la creación de videojuegos en 2d, e incluye una variedad de recursos como gráficos y sonoros que contienen Sprites, fondos o efectos de sonido, cabe resaltar que se pueden importar sin problema recursos multimedia desde fuera de la aplicación.

Photoshop

Es una herramienta de edición de fotografía con la que se pueden realizar diferentes operaciones tales como recortar, enderezar, recortar entre otras.

4. Construcción del prototipo

Para la construcción del prototipo se hacen los siguientes procedimientos, donde se establecen las interfaces, se inicia con la codificación, verificación y pruebas.

Para el desarrollo del prototipo se emplean aplicaciones tipo escritorio como construct que se utiliza para la programación del prototipo, se decide trabajar con esta aplicación debido a que su manejo es sencillo facilitando a los estudiantes su manejo e interacción, se utiliza Photoshop para la edición de las imágenes para que tengan un mejor diseño y sean más llamativas para la población en este caso niños. Estas imágenes anteriormente habían sido diseñadas en tabletas aptas para dibujar con las que cuenta la universidad Cooperativa De Colombia.

Para la elaboración del videojuego se tuvo en cuenta elaborar 5 niveles.

El videojuego se elabora en un entorno natural donde encontramos varias animaciones que dan complemento a este Entorno.

En el video juego se encuentran una serie de obstáculos que consta de unas plataformas en movimiento y otras firmes.

El usuario se encuentra frente al siguiente escenario un menú donde puede elegir el idioma (español o inglés), si prefiere en audio (encendido o apagado) y un menú de instrucciones.

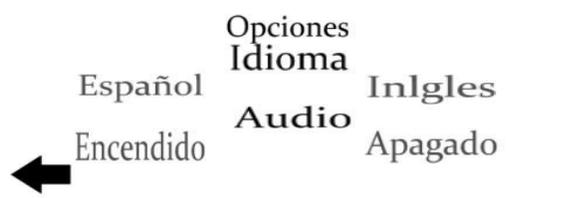


Figura 4. Interfaz principal. Fuente: propia.

Posteriormente el usuario se encuentra con el escenario donde va a desarrollar el videojuego, donde tendrá una serie de retos que lo van a dirigir a adquirir elementos que potencian su resiliencia.

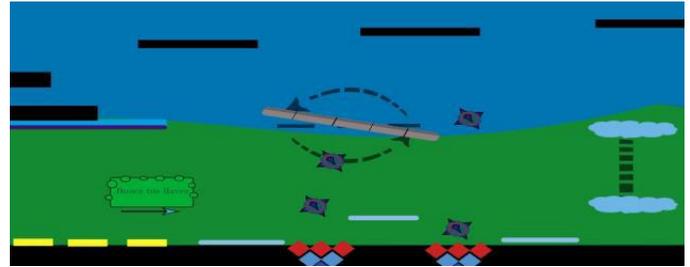


Figura 5. Escenarios del videojuego. Fuente: propia

5. Resultados

Con el videojuego se busca potenciar los elementos de la resiliencia psicológica en los niños y niñas del municipio de Caldoño Cauca, por medio de una forma divertida y creativa donde se le ayude a encontrar y a fortalecer su confianza y optimismo ante las diferentes adversidades vividas y que se tomen como una oportunidad de aprendizaje.

Esto dará como resultado que cada uno de los niños y niñas identifiquen sus límites, fortaleza, capacidades, debilidades, habilidades y posibilidades de cambiar y vivir una vida más cómoda y lograr metas además poder superar dificultades que se presentan en la vida cotidiana. Se logra un prototipo funcional del videojuego para ponerlo a prueba en niños y niñas de 6 a 12 años de edad, dado en que entre en estas edades es más posible que se interesen por aprender, dado que son etapas en donde el niño absorbe con más facilidad lo que se le enseña, en esas etapas es donde las interacciones interpersonales comienzan a tener una mayor importancia, así como un buen desarrollo psicológico, biológico, educativo y de formación.

6. Conclusiones y recomendaciones

La resiliencia psicológica es una capacidad más fuerte en niños y niñas a pesar de enfrentar situaciones traumáticas y dolorosas que han marcado su vida.

Como equipo de investigación se mostró un amplio interés sobre estos niños resilientes aportando desde la parte visual y tecnológica.

Se sugiere a futuros investigadores o estudiantes interesados en el tema, de desarrollar un videojuego para soportar situaciones psicoafectivas (maltrato infantil, etc) en niños víctimas del conflicto armado.

Investigar en profundidad el tema de resiliencia y potenciar el prototipo del videojuego para llegar a las

diferentes regiones de Colombia donde exista menores de edad víctimas del conflicto armado.

7. Referencias

- [1] Sistema informativo del Gobierno., (2017). Caldono, un territorio marcado por el conflicto que ahora le apuesta a la paz.
- [2] Becoña.E., (2006).Facultad de Psicología, Universidad de Santiago de Compostela. Resiliencia: Definición, características y utilidad de concepto.
- [3]Grane J, (2013).Ebook. La Resiliencia.
- [4] Arciniega J, (2005).universidad del país vasco., La resiliencia. Una nueva perspectiva en psicopatología del desarrollo.
- [5] Estrategia de marketing.,] (2015). Modelo Canvas Para Diseño De Negocios.
- [6] Greco, C., Morelato, G., & Ison, M. (2007). Emociones positivas: una herramienta psicológica para promocionar el proceso de resiliencia infantil. *Psicodebate*, 7, 81-94.
- [7] Melillo, A., Cuestas, A., & Estamatti, M. (2008). Algunos fundamentos psicológicos del concepto de resiliencia. In *Resiliencia: descubriendo las propias fortalezas* (pp. 83-102). Paidós.
- [8]Kaplansky, (2010) Libro 'And what is that helps YOU?' Jessica Kingsley Publishers. 2010
- [9]Estrada Mesa, Á. M., Ripoll Núñez, K., & Rodríguez Charry, D. (2010). Intervención psicosocial con fines de reparación con víctimas y sus familias afectadas por el conflicto armado interno en Colombia: equipos psicosociales en contextos jurídicos. *Revista de estudios sociales*, (36), 103-112.
- [10]Cubillos, J., & Peláez, L. (2012). Los videojuegos como herramienta educativa y cultural de la sociedad, generadores de conocimientos e imaginarios. Cuarto encuentro de bibliotecas en tecnología de la información y la comunicación. Recuperado de <http://repositorio.bibliotic.info/IMG/pdf/bibliotic2012-110-ponencia-okasastudios.pdf>, consultado el, 2, 2016.
- [11]Alvarado Leon, B., & Gonzalez Giraldo, A. (2013). Conflicto Armado, El Video Juego (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Minuto de Dios).
- [12]González Vázquez, A. (2015). La banalización de la guerra en los videojuegos y su impacto en la construcción de actitudes hacia los conflictos bélicos.
- [13]Mejía, R., Mauricio, G., Londoño, L., & Felipe, C. (2011). *Diseño de juegos para el cambio social*. Kepes, 8(7).
- [14]Paz, J. A. M. (2016, November). Impacto de las TIC en un eventual proceso de posconflicto en el Departamento del Cauca, Colombia (Junio 2016). In *Memorias de Congresos UTP* (Vol. 1, No. 1, pp. 68-72).
- [15]Arango Forero, G., Bringué Sala, X., & Sádaba Chalezquer, C. (2010). La generación interactiva en Colombia: adolescentes frente a la Internet, el celular y los videojuegos. *Anagramas-Rumbos y sentidos de la comunicación-*, 9(17), 45-56.;
- [16]Chica Toro, M. J. (2014). Los videojuegos y su implicación en la educación.
- [17]Saavedra E (2012) Hechos victimizantes de conflicto armado que impactan a niños y niñas del Municipio de Caldono periodo 2005 a 2011 –Documento impreso que reposa en la personería de Caldono – Revisado 05 -12 -2016
- [18]Milstein M. & Henderson N. (2003). *Resiliencia en la Escuela*. Argentina: Buenos Aires. Paidós SAICS.

Prototipo para fortalecer los conocimientos y resolver problemas matemáticos basados en la multiplicación

Prototype to strengthen knowledge and solve mathematical problems based on multiplication

Lisbeth Teresa Sánchez Camayo¹, Julián Andrés Mera Paz², Oscar Iván Dacto Ándela³

^{1,2,3}Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa De Colombia

¹lisbeth.sanchezcam@campusucc.edu.co, ²julian.mera@campusucc.edu.co, ³oscar.dacto@campusucc.edu.co

Resumen— Este artículo es resultado del proyecto de aula realizado en el año 2017 por dos estudiantes de primer semestre del programa Ingeniería de sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Popayán, para ello se estructura el desarrollo de un prototipo software tipo educativo que pretende facilitar la forma de aprendizaje para resolver problemas de las tablas de multiplicar enfocándose en el segmento de niños pertenecientes a segundo grado de primaria. Se realizaron una serie de actividades como la lectura y análisis de propuestas pedagógicas, artículos, libros y tutoriales que se basan en el desarrollo de software con enfoque a aprendizaje educativo. También se contó con el respaldo y orientación de docentes con experiencia en la temática con las asignaturas de matemáticas, contexto de la ingeniería y algoritmia. Con ese respaldo y con unas visitas de campo se logró identificar y aterrizar el problema, para a través de alternativas, herramientas y una organización adecuada, brindar una solución sintetizada en un prototipo software tipo educativo, que contribuye al aprendizaje para resolver problemas de las tablas de multiplicar del 1 al 5. En la parte metodológica para tener claridad en el problema se utiliza el lienzo del modelo canvas, luego a partir de ello se trabaja en un modelo investigativo correlacional soportado en trabajo de campo, buscando identificar la forma pedagógica y divertida a su vez, en la cual los niños y niñas con el acompañamiento de los docentes que orientan el área de matemáticas, puedan potenciar y legitimar el aprendizaje de la solución a problemas basados en las tablas de multiplicar del 1 al 5 con el fin de mejorar los índices de aprendizaje y satisfacción en los niños de segundo grado de primaria. Se realiza la interacción con niñas de segundo grado de primaria del colegio la milagrosa de la ciudad de Popayán, se logra la aceptación y colaboración de docentes del área de matemáticas, se consolida el prototipo en su primera versión. Se asumirán unas conclusiones y recomendaciones para futuros investigadores o estudiantes que deseen tomar esta línea de investigación de software tipo educativo que facilitara en los niños un mejor aprendizaje académico centrándose en la satisfacción y diversión.

Palabras claves— Tablas de multiplicar, prototipo software educativo, dificultad en el aprendizaje.

Abstract— This article is a result of the classroom project carried out in 2017 by the first semester students of the Systems Engineering program of the University Cooperative of Colombia, Popayán headquarters, for this purpose, the development of a prototype software type of education. To solve problems of multiplication tables focusing on the segment of children belonging to the second grade of primary. A series of activities were carried out, such as reading and analyzing pedagogical proposals, articles, books and tutorials that are based on the development of software with a focus on educational learning. We also counted on the support and guidance of teachers with experience in the subject matter with mathematics subjects, the context of engineering and algorithm. With this support and with some field visits, we managed to identify and land the problem, search through alternatives, tools and a suitable organization, provide a solution synthesized in a prototype software type educational, which contribute to learning to solve problems of tables to multiply from 1 to 5. In the methodological part to have clarity in the problem, the canvas model is used, after moving in a correlational research model in the field of work, seeking to identify the pedagogical form and Fun in turn, in which the children with the accompaniment of the teachers that guide the area of mathematics, the commands empower and legitimize the learning of problem solving based on multiplication tables from 1 to 5 with The aim of improving the indices of learning and satisfaction in children of second grade of primary. The interaction with girls of second grade of primary school of the milagrosa school of the city of Popayán, is achieved the acceptance and collaboration of teachers of the area of mathematics, consolidated the prototype in its first version. Conclusions and recommendations will be

assumed for future researchers. Students wishing to take this line of educational software type research that facilitate in children a better academic learning focusing on satisfaction and fun.

Keywords – multiplication tables, prototype educational software, learning difficulties.

1. Introducción

La educación tiene como objetivo orientar a los niños cuyas características físicas, intelectuales o emocionales les impiden progresar de manera eficaz en el desarrollo de las diferentes actividades académicas de cualquier nivel de educación. También se encarga de proporcionar atención especializada a aquellas personas que posean un coeficiente superior. La función aquí es centrarse en el déficit de enseñanza que se le ofrece al niño, esta población descrita son los que poseen dificultades en el aprendizaje.

Es muy habitual escuchar que nuestro sistema educativo ha fracasado por una falta de esfuerzo y disciplina entre los alumnos. Haciendo énfasis en la matemática, las dificultades para aprender a multiplicar de los niños es una de las preocupaciones más usuales para los docentes y las familias de estudiantes de segundo de primaria.

A diferencia de otros conceptos matemáticos, nadie discute que aprender a multiplicar es necesario e imprescindible tanto para desenvolverse en la vida como para progresar en el aprendizaje matemático. En muchas ocasiones “se enseña a multiplicar”, pero los niños aprenden de forma memorística y repetitiva, pero eso no significa que aprendan a multiplicar. Sencillamente, la mayoría no tiene ni idea de qué está haciendo, ya que no hay un ejercicio de reflexión o análisis, es solo memorizar y repetir.

Existe suficiente evidencia científica sobre la Discalculia del Desarrollo (DD), que describe los procesos cognitivos específicos del cálculo y procesos neuropsicológicos relacionados como la memoria de trabajo y percepción viso espacial. Sin embargo, es llamativa su baja identificación diagnosticada en la infancia. Es posible evidenciar casos de niños (7 y 8 años) que demuestran a través de pruebas normalizadas y de administración individual, déficits en la comprensión del número y la realización de cálculos elementales, en la percepción viso espacial, atención y memoria de trabajo. Más aún como todos sabemos los problemas matemáticos y los de las tablas de multiplicar influyen bastante en el aprendizaje

de la matemática y hacen que el alumno logre desenvolverse muy bien ante cualquier situación e incluso en situaciones de la vida real.

El interés por parte del grupo de investigación se forma por la evidencia de la deficiencia en el aprendizaje de las tablas de multiplicar en los niños de segundo grado, y teniendo en cuenta que desde el punto de vista de la ingeniería de sistemas, se debe propender por el estructurar soluciones adecuadas, optimizando recursos y que en el proceso de formación por competencias establecido en la Universidad Cooperativa de Colombia se motiva en los proyectos de aula al comprender y conseguir el aprendizaje basado en problemas (ABP). Por tanto, el grupo de investigación reflexiono: ¿Se podrá con una aplicación tipo educativa respaldar los procesos de aprendizaje de niños de segundo de primaria para solucionar problemas matemáticos con base en las tablas de multiplicar del 1 al 5? Se vislumbró entonces una gran oportunidad para consolidar un proyecto de aula, esto se debe a los diferentes estudios donde en Colombia se reconoce que las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son una oportunidad para transformar el ecosistema digital y educativo. De acuerdo a este panorama, el Ministerio de Educación Nacional ha enfocado la mayoría de sus esfuerzos sobre el papel de la tecnología.

2. Fase de ideación del prototipo

La idea del proyecto prototipo software tipo educativo para fortalecer los conocimientos y resolver los problemas matemáticos basados en la multiplicación. Inicia con definir ¿cómo?, ¿dónde?, ¿cuándo? Y a ¿quiénes? Esto permite que el grupo de investigación tenga una idea más clara de lo que se pretende realizar Teniendo la idea del prototipo software educativo se concluye trabajar con el modelo Canvas, el cual permite estructurar una idea de negocio y generar así una propuesta de valor, que sea innovadora y que al mismo tiempo resulte en un modelo de negocios arrollador en el mercado, proporcionando una visión global de una

comprender la percepción pedagógica utilizada y con ello se puede definir los objetos, imágenes, sonidos y escenas que debería tener el prototipo software.



Figura 2. Entrevista a Docente de Matemáticas. Fuente: Propia.

3. Diseño del prototipo

Para el diseño del prototipo software educativo se decide realizar un boceto junto con el partner clave de diseño, donde se establecieron los diferentes objetos, imágenes y posibles diálogos, con ello se tributa a cumplir con los objetivos propuestos inicialmente, así se podrá informar sobre los avances que se van teniendo a diario y reportar alguna o algunas necesidades que impida avanzar al grupo de investigación.

El ambiente interactivo cuenta con un conjunto de actividades académicas que permiten apoyar de manera eficaz, las necesidades que presentan los niños de segundo de primaria. Cuando ingresa al ambiente de aprendizaje, se muestra una portada con imágenes llamativas acordes a los gustos de niños de la edad, luego se plantea un menú de botones mediante imágenes alusivas a las actividades a desarrollar.

El listado de botones se configura con base en los objetivos establecidos. (la configuración se lleva a cabo en el módulo de administración y consiste en asignar en cada juego, los parámetros necesarios para su respectiva medición, monitoreo y control).

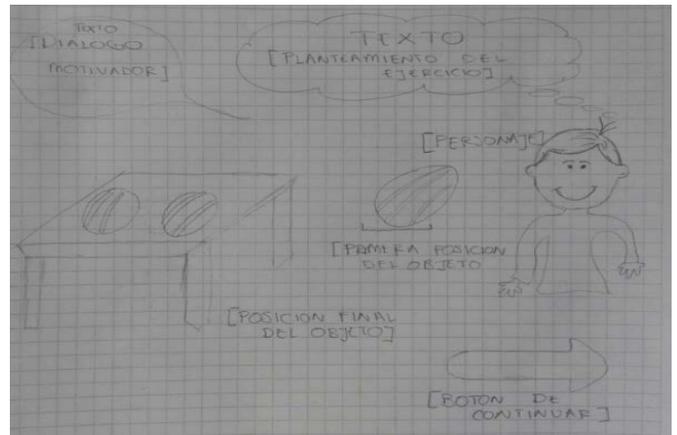


Figura 3. Bocetos iniciales. Fuente: Propia.

Después de haber realizado el menú, procedimos a la elaboración de capas de interacción, para así poder plasmar objetos, diálogos y personajes en el prototipo.



Figura 4. Definición de escenarios. Fuente: Propia.

Se procede a seleccionar las herramientas para que se pueda desarrollar el prototipo del software educativo:

Utilizando el editor gráfico Photoshop que gracias a sus características es considerado el más avanzado que existe, capaz de hacer desde simples fotomontajes a complejos diseños 3D e ilustraciones, tales como recortar, textualizar, dibujar entre otras.

Para la codificación se utiliza la plataforma construct 2 con el que se pueden realizar videojuegos en formato html5, con una interfaz de cinta rápido y fácil de entender, que tiene acceso claro a un amplio conjunto de herramientas que permite que cualquiera pueda saltar en la creación del juego con poco o ningún conocimiento

sobre el desarrollo del juego anterior. De manera que se puedan diseñar diferentes estilos para el agrado del usuario teniendo en cuenta fondos o efectos de sonido, e incluso hasta la incorporación de videos.

4. Construcción del prototipo

Para la construcción del prototipo se hacen los siguientes procedimientos, donde se establecen las interfaces, se inicia con la codificación, verificación y pruebas.

Para la elaboración del prototipo se tuvo en cuenta la elaboración de un mínimo de 5 escenarios cada uno conformado con problemas matemáticos que se solucionan con las tablas de multiplicar que van del 1 al 5, para ello se tomó la decisión de hacerlo hasta el número 5 porque es un prototipo y lo ideal es ir escalándolo a medida que se van realizando iteraciones buscando realimentación con los interesados en el proyecto.

Entorno

El prototipo se conforma por una serie de problemas matemáticos, que se resolverán de manera didáctica y divertida para el usuario.

El usuario se encuentra frente al siguiente escenario, un menú donde puede elegir el botón instrucciones donde estará la guía de uso del prototipo software y botones del 1 al 5 que lo llevaran a los problemas matemáticos correspondientes a cada uno de los números, permitiendo que el usuario vaya avanzando en nivel de complejidad.



Figura 5. Interfaz principal. Fuente: Propia.

Después de que el usuario seleccione un escenario, tendrá una serie de retos (problemas matemáticos) que lo

van a dirigir a adquirir elementos que potencien sus habilidades y competencias para dar soluciones basadas en las tablas de multiplicar.

El estudiante obtendrá un aprendizaje con la interacción de objetos que podrán mover y agrupar, aplicando los principios teóricos y de forma interactiva ayudando a facilitar su aprendizaje de las tablas de multiplicar.



Figura 6. Escenario. Fuente: propia.

5. Resultados

Con el prototipo software educativo se logra fortalecer los conocimientos en el aprendizaje para solucionar problemas matemáticos basados en las tablas de multiplicar para los niños que cursan el segundo grado de primaria por medio de una forma didáctica, donde ellos podrán hacer interacciones y tendrán confianza, para seguir afrontando las diversas actividades que se plantea en el prototipo software.

Como resultado se evidencia que aplicando ingeniería de sistemas para identificar necesidades, problemas y volverlas oportunidades se puede demostrar las fortalezas, capacidades, competencias y habilidades se puede transformar la percepción del aprendizaje y aplicar tecnologías de información y de comunicación en ambientes de educación, que permitan solucionar problemas matemáticos y de igual manera los que se presentan en la vida cotidiana.

Este prototipo está diseñado para ayudar principalmente a la población estudiantil de segundo grado de primaria, debido a que es en esta etapa donde los niños conocen y recolectan conocimiento acerca de la multiplicación. Pero además ayuda a los docentes que orientan matemáticas en este grado a enseñar, entretener y motivar a los niños.

6. Conclusiones y recomendaciones

Para un aprendizaje significativo los niños necesitan interacción didáctica para que se motiven a aprender y no vean las matemáticas como un obstáculo.

Como equipo de investigación entendemos el gran impacto y compromiso que tiene el crear soluciones de base tecnológica para el sector educativo y el impacto del mismo.

Obtener la información directamente del segmento de clientes permite que se visualice los prototipos software con un entorno enfocado a la usabilidad y practicidad del usuario.

Se sugiere a futuros investigadores o estudiantes interesados en el tema tomar esta línea de investigación de software educativo, ya que facilitara a la población de niños que posean dificultades en el aprendizaje educativo. Se recomienda profundizar en los metodos y las tecnicas como la gamificación para brindar un dinamismo con mayor impacto en las soluciones de base tecnologica.

7. Referencias

- [1] Balbi, A., & Dansilio, S. (2010). Dificultades de aprendizaje del cálculo: contribuciones al diagnóstico psicopedagógico. *Ciencias Psicológicas*, 4(1), 7-15.
- [2] Paz, J. A. M. (2016). Gamificación una estrategia de fortalecimiento en el aprendizaje de la ingeniería de sistemas, experiencia significativa en la Universidad Cooperativa de Colombia sede Popayán. *Revista Científica*, 3(26), 3-11.
- [3] Prada, U. E. G. (2010). Diseño de un software para favorecer el aprendizaje de estudiantes con necesidades especiales. *Revista Colombiana de Educación*, (58).
- [4] Nunes, T., & Bryant, P. (1996). *Children doing mathematics*. Wiley-Blackwell.
- [5] Arceo, F. D. B., Rojas, G. H., & González, E. L. G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista (p. 465). McGraw-hill.
- [6] Blalock, J. T. (2011). The impact of Singapore Math on student knowledge and enjoyment in mathematics. Louisiana Tech University.
- [7] Bravo, J. A. F. (2007). La enseñanza de la multiplicación aritmética: una barrera epistemológica. *Revista Iberoamericana de educación*, (43), 119-130.
- [8] Block, D. (2007). La apropiación de innovaciones para la enseñanza de las matemáticas por maestros de educación primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12(33), 731-762.
- [9] Atehortúa Rincón, D. C., Fernández Rojas, N. N., Bedoya, R., & Arleth, S. (2016). Diseño de una propuesta pedagógica para fortalecer la multiplicación por una y dos cifras agrupando, a partir del uso de las tic, en niños entre 8 y 10 años del grado tercero de primaria del instituto pedagógico nacional de la ciudad de Bogotá, IPN.
- [10] Cardona Carvajal, M., Carvajal Escobar, L. A., & Londoño Usuga, M. J. (2016). Aprendamos las tablas de multiplicar y la multiplicación a través de la lúdica y las TIC.
- [11] Hernández, Y., & Sonmerly, W. (2015). Material Educativo Computarizado sobre la enseñanza de la multiplicación a través del bingo como estrategia didáctica dirigido a los estudiantes de segundo grado de la EB "Ignacio Gregorio Méndez" (Bachelor's thesis).
- [12] Sequeira, M. B. H., & Flores, D. M. J. (2014). "Desarrollo de Software Educativo para la Enseñanza de la Multiplicación de Números Naturales de 1, 2 y 3 cifras, por números decimales hasta las Milésimas para estudiantes de Quinto Grado de Educación Primaria". *Informática Educativa*, 2(2), 5.

Software para el cálculo de la huella ambiental en la producción de cacao

Software for calculating the environmental footprint in cocoa production

Irlesa I. Sanchez M.¹, Jaime M. Cabrera M², Ferley Medina Rojas³, Jhon F. Ortiz⁴, Sergio Gordillo⁵, Didio A. Perdomo⁶
^{1,2,3}Universidad Cooperativa de Colombia.

⁴Mvp Microsoft Colombia, ^{5,6}Jóvenes Investigadores, Universidad Cooperativa de Colombia.

¹Irlesa.sanchez@campusucc.edu.co, ²Jaime.cabrera@campusucc.edu.co, ³ferley.medina@campusucc.edu.co, ⁴johnortizo@outlook.com, ⁵sergio.gordillo@campusucc.edu.co, ⁶didio.perdomo@campusucc.edu.co

Resumen– El presente artículo contiene aspectos importantes en las diferentes etapas del cultivo de cacao, además, los componentes representativos, agentes involucrados e indicadores para el cálculo de la huella de carbono e hídrica, que mejora el sistema de producción de la comunidad de cacaocultores del Huila con el desarrollo de un Software el cual, se aborda con una metodología ágil a través del método SCRUM. En la etapa de análisis se toma las variables involucradas en la producción de cacao, y las normativas ambientales internacionales vigentes.

Palabras claves– Software, Huella ambiental, Cacao, Huella de carbono, huella hídrica.

Abstract– The present article contains important aspects in the different stages of cocoa cultivation, in addition, the representative components, agents involved and indicators for the calculation of the carbon and water footprint, that improves the production system of the community of cocoa farmers of Huila the development of a Software that is approached with an agile methodology through the SCRUM method. In the analysis stage, the variables involved in the production of cocoa, and the international environmental regulations in force, are taken.

Keywords– Software, Environmental footprint, Cocoa, Carbon footprint, water footprint.

1. Introducción

El cambio climático afecta la producción agrícola. La huella ecológica mide la sostenibilidad ambiental de las actividades económicas de cualquier región. En España se aplica este indicador en la agricultura para estimar superficies ecológicamente productivas [1].

En el departamento del Huila la producción de cacao se considera con sello de exportación, siendo importante en la economía de la región. En año 2015 se logró una producción de 220 toneladas, y en el 2016 se obtuvo 2.244 toneladas puestas en el mercado internacional [2], por las características excelsas en cuanto al sabor y aroma. Como parte de la planeación y gestión ambiental del cultivo de cacao es necesario garantizar un proceso productivo limpio, que se evidencia en el impacto ambiental mediante la aplicación de las normas que garantizan la calidad. Por lo anterior, se analiza la huella ecológica presente durante la producción de cacao, siendo necesario contar con un software para su cálculo.

Por este motivo se apuesta a la siguiente pregunta de investigación, ¿Cómo medir el impacto de la Huella ambiental durante la producción de cacao?, con el objetivo principal de crear un software que permita calcular la huella de carbono e hídrica como medida de manejo ambiental para garantizar un producto limpio y de calidad.

2. Marco referencial

2.1 Producción de cacao

El cacao pertenece a la familia Malvacea, se han descrito cerca de 22 especies, están ubicadas principalmente en Sudamérica y partes de Centroamérica, el cruzamiento artificial del cacao da origen a un tercer tipo denominado cacao híbrido o trinitario el cual se caracteriza por una amplia variabilidad de formas, tamaños y comportamiento, siendo hoy en día el tipo de cacao que predomina en Colombia recomendados por Fedecacao. Las precipitaciones inferiores a los

1.500mm y una altura inferior a los 900 m.s.n.m con topografía plana, corresponden a las áreas ubicadas en los departamentos de Huila, Valle de Cauca, Cauca, el sur del departamento del Tolima, Magdalena, Cesar, Guajira y Valle del Zulia, estos suelos son francos profundos y de topografía plana; en estas condiciones se requiere necesariamente del riego para poder desarrollar. La cacao cultura, con desarrollo del fruto en esta zona de unos 5 a 6 meses hasta su cosecha, considerado un negocio en el cual se debe analizar no solo la viabilidad económica sino además ambiental [2].

2.2 Huella ambiental o ecológica

La huella ambiental o ecológica es lo que requieren los seres vivos (fauna y flora) para crecer y vivir [3]. Un individuo, ciudad o país, sin darse cuenta satisface su necesidad de consumo y absorbe residuos; esta huella ecológica, depende de su estilo de vida. Un caso, las personas que habitan en la ciudad desperdician grandes cantidades de agua puesto que utilizan aparatos electrónicos, consumen alimentos que son importados ya sea de otros países o regiones lejanas, se transportan en moto, carro y avión, utilizan demasiados envases plásticos y generan muchos desperdicios y basuras. Al utilizar estos recursos se está reduciendo las reservas naturales como lo son los bosques, selvas, ríos, y gran parte de los mares del mundo[4].

2.3 Huella de carbono

Para la medición del nivel de emisiones de CO₂ de acuerdo a una determinada actividad, ya sea desarrollada por un individuo o grupo, clasificado de diversas maneras, es necesario aplicar normativas ambientales internacionales como ISO 14064, PAS 2050, GHG Protocol entre otras. Esta calificación posteriormente sirve para determinar qué medidas pueden o deben tomarse para disminuir el nivel de emisión y así reducir el impacto de dicha actividad en el ambiente. La tendencia del método de la Huella de Carbono es lograr ubicar toda industria en el estado “Carbono Neutro”, esto es, mediante políticas de disminución de emisiones y de limpieza atmosférica, lograr remover de la atmósfera tanto CO₂ como el emitido por las actividades de dicha industria, eliminando de esta manera el impacto atmosférico [5]. Como parte de los métodos para calcular de huella de carbono se puede mencionar:

1. Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard (GHG Protocol). Desarrollado por World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiales) y World Business Council for Sustainable Development (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible), es uno de los protocolos más utilizados a escala internacional para cuantificar y gestionar las emisiones de GEI.
2. UNE-ISO 14064-1. De acuerdo con el GHG Protocol se desarrolla en 2006 la norma ISO 14064 que se estructura en 3 partes. La que sería de aplicación para esta guía es la 14064-1 que especifica los principios y requisitos, a nivel de organización, para la cuantificación y el informe de emisiones y remociones de GEI. Las otras partes de esta norma se dirigen, por un lado, a proyectos sobre GEI específicamente diseñados para reducir las emisiones de GEI o aumentar la remoción de GEI (ISO 14064-2) y, por otro lado, a la validación y la verificación de los GEI declarados (ISO 14064-3).
3. UNE-ISO 14065: 2012. Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento. UNE-ISO 14069: 2013. Cuantificación e informe de GEI para organizaciones. Constituye la guía para la aplicación de la ISO 14064-1.
4. IPCC 2006 GHG Workbook. Una completa guía para calcular GEI provenientes de diferentes fuentes y sectores, y que incluye una detallada lista de factores de emisión. Esta guía se creó con el fin de servir de orientación para cuantificar las emisiones de GEI de los inventarios nacionales, pero puede ser de gran utilidad a la hora de calcular la huella de carbono de las organizaciones. Si no se dispone de factores de emisión específicos, el IPCC 2006 GHG Workbook proporciona factores de emisión genéricos que pueden servir para calcular la HC de una organización.
5. Bilan Carbone (Francia). La Agence d l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (Agencia Francesa del Medio Ambiente y Gestión de la Energía), elaboró e implementó a partir de 2004 esta herramienta metodológica dedicada a la

medición de emisiones de GEI. Se basa en los contenidos de GHG Protocol e ISO 14064.

6. Indicadores GRI (Global Reporting Initiative). Iniciativa internacional en la que participan entidades de diversos ámbitos, incluyendo empresas, gobiernos y diferentes organizaciones civiles. Su objetivo es establecer un marco de trabajo común a nivel mundial, con un lenguaje uniforme y parámetros comunes que sirvan para comunicar de una forma clara y transparente las cuestiones relacionadas con la sostenibilidad a través de las denominadas Memorias de Sostenibilidad. Las mencionadas Memorias comprenden información de diversa índole entre la que se encuentran los Indicadores de desempeño: indicadores que permiten disponer de información comparable respecto al desempeño económico, ambiental y social de la organización.
7. Recomendación de la comisión de 9 de abril de 2013 sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida (2013/179/UE).
8. ISAE 3410, norma internacional aprobada por el Consejo de Normas Internacionales de Auditoría y Aseguramiento (IAASB) en marzo de 2012 sobre Contratos de Aseguramiento de Informes de Gases de Efecto Invernadero [6].

Es de resaltar que las entidades que calcula su huella de carbono, contribuyen en la lucha contra el cambio climático, con la ventaja de identificar oportunidades de reducción de emisiones de GEI para obtener ahorros económicos. Los esquemas voluntarios nacionales (Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono), regionales o privados, identifican oportunidades de negocio: atraer inversionistas y clientes sensibilizados con el cambio climático y el medio ambiente [7].

Para el caso de la huella de carbono en la producción de cacao comprende el proceso de la siembra del cacao hasta antes de la cosecha, incluyendo las labores de preparación de terreno, riego y aplicación de insumos (fertilizantes, insecticidas, etc.), como también la cosecha, desde el proceso de recolección, transporte y entrega del cacao.

2.4 Huella hídrica

La huella hídrica es un indicador de uso de agua dulce que es palpable no sólo en el uso de agua directo de un consumidor o productor, sino también en su uso indirecto; es un concepto muy reciente, introducido en el año 2002 por Dr. Arjen Hoekstra, experto del Instituto UNESCO-IHE y profesor de la Universidad de Twente en los Países Bajos. La huella hídrica representa la cantidad de agua que hace falta para sostener la actividad de una población, y cuyos componentes pueden ser especificados geográfica y temporalmente [7]. Para el cálculo de la Huella Hídrica se utiliza la metodología estándar propuesta por el Water Footprint Network, en la que define la Huella Hídrica de cualquier bien o servicio, como el volumen de agua utilizado directa e indirectamente para su producción, sumados los consumos de todas las etapas de la cadena productiva. La Huella Hídrica de un individuo no está sólo relacionada con su consumo directo de agua, sino con sus hábitos de vida, y se toman como referencia tres componentes básicos para el cálculo de la Huella de agua como son:

- **Huella Hídrica Verde** - Volumen de agua lluvia que no se convierte en escorrentía, por lo que se almacena en los estratos permeables superficiales y así satisface la demanda de la vegetación. Esta agua subterránea poco profunda es la que permite la existencia de la vegetación natural y vuelve a la atmósfera por procesos de evapotranspiración.
- **Huella Hídrica Azul** - Volumen de agua dulce extraído de una fuente superficial o subterránea, consumido para producción de bienes y servicios, cubriendo una demanda de agua no satisfecha a causa de un déficit en la disponibilidad de agua procedente de la lluvia.
- **Huella Hídrica Gris** - Volumen de agua necesaria para que el cuerpo receptor reciba el vertido contaminante asociado a la cadena de producción y/o suministro sin que la calidad del agua supere los límites permitidos por la legislación vigente. Se calcula como el volumen de agua adicional teórica necesaria en el cuerpo receptor, por lo que no se refiere a generar un nuevo consumo, sino a reducir el volumen de contaminante [8].

2.5 Software para huella ambientales

Para calcular la huella de carbono existen diversas herramientas que permiten conocer los impactos ambientales que generan los productos y organizaciones en el planeta, a continuación, se relacionan herramientas online como las siguientes:

- La Calcula de Huella ecológica es una herramienta Online que sirve para medir y evaluar el estilo de vida que la persona tiene sobre el planeta, en relación con la capacidad de la naturaleza para renovar sus recursos. En el siguiente sitio web: <http://www.soyecolombiano.com/huella-ecologica/> [9]
- La empresa ecopetrol dispone de una herramienta denominada "calcule su huella de Co2", con el objetivo de generar conciencia en la comunidad, sobre cuanto se contamina y que medidas se deben tomar al respecto. <http://www.ecopetrol.com.co/especiales/calculadoraAmbiental/co2.html> [10]
- Para el caso de grandes empresas de habla del software denominado Air.e LCA y Air.e HdC DE SOLIDFOREST, software de análisis de ciclo de vida (AVC) para el estudio del comportamiento ambiental de productos y organizaciones. Con el se podrá elaborar la Huella Ambiental promovida por la Unión Europea, desarrollar Declaraciones Ambientales de Producto (DAPs) y Ecodiseño, así como calcular Huella de Carbono, Huella Hídrica o Huella de Agua de productos, servicios y organizaciones. <http://www.solidforest.com/index.html>. [11]

2.6 SCRUM

Scrum es la metodología ágil y flexible que gestiona el desarrollo de software, con el objetivo de maximizar el retorno de la inversión para la empresa (ROI). Con la metodología Scrum el cliente se entusiasma y le permite en cualquier momento realinear el software con los objetivos de negocio de la empresa, involucrando cambios funcionales o de prioridad en el inicio de cada nueva iteración sin ningún problema. Esta metodología de trabajo promueve la innovación, motivación y compromiso del equipo que forma parte del proyecto, por lo que los profesionales encuentran un ámbito propicio para desarrollar sus capacidades así:

Cumplimiento de expectativas: El cliente establece sus expectativas indicando el valor que le aporta cada requisito / historia del proyecto, el equipo los estima y con esta información el Product Owner establece su prioridad. De manera regular, en las demos de Sprint el Product Owner comprueba que efectivamente los requisitos se han cumplido y transmite se feedback al equipo.

- Flexibilidad a cambios: Alta capacidad de reacción ante los cambios de requerimientos generados por necesidades del cliente o evoluciones del mercado. La metodología está diseñada para adaptarse a los cambios de requerimientos que conllevan los proyectos complejos.
- Reducción del Time to Market: El cliente puede empezar a utilizar las funcionalidades más importantes del proyecto antes de que esté finalizado por completo.
- Mayor calidad del software: La metódica de trabajo y la necesidad de obtener una versión funcional después de cada iteración, ayuda a la obtención de un software de calidad superior.
- Mayor productividad: Se consigue entre otras razones, gracias a la eliminación de la burocracia y a la motivación del equipo que proporciona el hecho de que sean autónomos para organizarse.
- Maximiza el retorno de la inversión (ROI): Producción de software únicamente con las prestaciones que aportan mayor valor de negocio gracias a la priorización por retorno de inversión.
- Predicciones de tiempos: Mediante esta metodología se conoce la velocidad media del equipo por sprint (los llamados puntos historia), con lo que consecuentemente, es posible estimar fácilmente para cuando se dispondrá de una determinada funcionalidad que todavía está en el Backlog.
- Reducción de riesgos: El hecho de llevar a cabo las funcionalidades de más valor en primer lugar y de conocer la velocidad con que el equipo avanza en el proyecto, permite despejar riesgos eficazmente de manera anticipada. [12]

Como parte del proceso scrum se trabaja cada iteración, denominada Sprint, tiene una duración preestablecida de entre 2 y 4 semanas, como resultado una versión del software con nuevas prestaciones para ser usadas, es de resaltar que cada nuevo Sprint, se va ajustando a la funcionalidad y se añaden nuevas prestaciones priorizándose siempre aquellas que aporten mayor valor de negocio. Durante el proceso se destaca Product Backlog: Conjunto de requisitos denominados historias descritos en un lenguaje no técnico y priorizados por valor de negocio, o lo que es lo mismo, por retorno de inversión considerando su beneficio y coste. Los requisitos y prioridades se revisan y ajustan durante el curso del proyecto a intervalos regulares. Sprint Planning: Reunión durante la cual el Product Owner presenta las historias del backlog por orden de prioridad. El equipo determina la cantidad de historias que puede comprometerse a completar en ese sprint, para en una segunda parte de la reunión, decidir y organizar cómo lo va a conseguir. Sprint: Iteración de duración prefijada durante la cual el equipo trabaja para convertir las historias del Product Backlog a las que se ha comprometido, en una nueva versión del software totalmente operativo. Sprint Backlog: Lista de las tareas necesarias para llevar a cabo las historias del sprint. Daily sprint meeting: Reunión diaria de cómo máximo 15 min. en la que el equipo se sincroniza para trabajar de forma coordinada. Cada miembro comenta que hizo el día anterior, que hará hoy y si hay impedimentos. Demo y retrospectiva: Reunión que se celebra al final del sprint y en la que el equipo presenta las historias conseguidas mediante una demostración del producto. Posteriormente, en la retrospectiva, el equipo analiza qué se hizo bien, qué procesos serían mejorables y discute acerca de cómo perfeccionarlos.

Como parte de los Roles, presentes en Scrum, el equipo se focaliza en construir software de calidad, centrado en definir cuáles son las características que debe tener el producto a construir (qué construir, qué no y en qué orden) y en vencer cualquier obstáculo que pudiera entorpecer la tarea del equipo de desarrollo. A continuación, se encuentran los siguientes roles: Scrum master: Persona que lidera al equipo guiándolo para que cumpla las reglas y procesos de la metodología. Gestiona la reducción de impedimentos del proyecto y trabaja con el Product Owner para maximizar el ROI. Product owner (PO): Representante de los accionistas y

clientes que usan el software. Se focaliza en la parte de negocio y el es responsable del ROI del proyecto (entregar un valor superior al dinero invertido). Traslada la visión del proyecto al equipo, formaliza las prestaciones en historias a incorporar en el Product Backlog y las reprioriza de forma regular. Team: Grupo de profesionales con los conocimientos técnicos necesarios y que desarrollan el proyecto de manera conjunta llevando a cabo las historias a las que se comprometen al inicio de cada sprint. [13]

3. Metodología

Se desarrolla un proceso de Investigación tipo cuantitativo, con una población: 3.200 CACAOCULTORES del Huila, y una muestra representativa 344 productores de cacao. Como variable independiente Software en medición de las Huellas Ambientales y como variable dependiente la Huella de carbono y huella hídrica en la producción de cacao.

a. Fase de análisis

Para la fase de análisis se cuenta con recopilación documental de fuentes primarias y secundaria para conocer cada uno de las variables involucradas en la producción de cacao, y de igual forma se aplicará una encuesta para determinar con exactitud la variables a involucrar en el diseño del software. En la actualidad el proceso se encuentra en la fase de análisis.

Como parte de la fase de diseño y desarrollo del software se pretende trabajar utilizando la Metodología Ágil: SCRUM, para la planificación y modelación de los procesos se hará uso de Enterprise Architect. Y como parte del Software de implementación: Framework JavaScript para interfaces gráficas de usuario, servidores de aplicaciones construido en NodeJS, y motor de base de de datos MySQL.

Se toma las siguientes fórmulas para calcular la huella Hídrica.

Huella hídrica de un proceso - La huella hídrica como indicador multidimensional, para diferenciar entre el agua consumida según el lugar de donde provenga y el agua contaminada. Es así que distingue entre huella hídrica azul (HHazul), verde (HHverde) y gris (HHgris), la suma de estos componentes constituye la huella hídrica de un proceso.

$$HH \text{ proceso} = HHverde + HHazul + HHgris = HHdirecta + HHindirecta$$

Huella del agua verde - La huella verde del agua (HHverde) como indicador del uso humano del agua verde. La huella verde del agua es el volumen de agua de lluvia consumido durante el proceso de producción. La misma se calcula a partir de la evapotranspiración total del agua de lluvia por los campos y las plantaciones sumada al agua incorporada en la cosecha o en la madera cosechada. Se calcula como:

HHverde = Evaporación del Agua Verde + Incorporación del Agua Verde

Huella del agua azul - En el proceso de determinación de la HHazul se pueden distinguir entre diferentes fuentes de agua azul. La división más utilizada es la que se realiza entre agua superficial, el agua subterránea renovable y fósil. En la práctica, es a menudo muy difícil hacer la distinción debido a la falta de los datos.

HHazul = Evaporación del Agua Azul+ Incorporación del Agua Azul+ Flujo de vuelta perdido

Huella del agua gris - Para el caso de los productos químicos o un agua residual se lanzan directamente en un cuerpo del agua superficial, la carga puede ser medida directamente. La HGA se calcula dividiendo la carga del agente contaminador (L en masa/ tiempo) por la diferencia entre el estándar ambiente de la calidad del agua para ese agente contaminador (c_{max} = nivel aceptable máximo de concentración en masa/volumen) y su concentración natural en el cuerpo del agua de recepción (c_{nat} en masa/volumen) o a partir del volumen de efluente (Ef), la concentración de agentes contaminantes en el efluente (c_{ef}) y la concentración natural (c_{nat}) y la máxima permisible (c_{max}).

$$HHgris = \frac{V_{ef} \times (C_{ef} - C_{nat})}{C_{max} - C_{nat}}$$

Cuando al producto químico se está aplicando directamente en el suelo, en el caso de procesos agrícolas, con el uso de fertilizantes o de pesticidas, puede suceder que solamente una fracción (α) se filtre en el agua subterránea o se escurra sobre la superficie a una corriente del agua superficial. En este caso, la carga del agente contaminador es la fracción de la cantidad total de productos químicos aplicados (AR) que alcanza el agua de tierra o superficial. La concentración natural

(c_{nat}) en un cuerpo del agua de recepción es la concentración en el cuerpo del agua que ocurriría si no hubiera disturbio humano en la captación y el estándar ambiente de la calidad del agua para ese agente contaminador (c_{max} = nivel aceptable máximo de concentración en masa/volumen).

$$HHgris = \frac{\alpha \times AR}{C_{max} - C_{nat}}$$

Huella de Carbono - Conformada por lo siguiente:
Factor de emisión = (Kg CO2 eq masa / volumen / Kwh / Km), Datos de actividad = (masa / volumen Kwh / Km)

Huella de Carbono = Kg co2 eq / Unidad funcional = (Datos de actividad * factor de emisión)

La fase de análisis será pieza clave para el desarrollo del Software cuyo objetivo será medir huella de carbono e hídrica durante la producción de cacao. Una vez alcanzado el objetivo poder contribuir a la reducción de desperdicios de recursos naturales tales como el agua, y optimizar los procesos para la disminución de emisión de gases efecto de invernadero.

4. Conclusiones

La identificación de la huella hídrica y de carbono presentes durante la producción del cultivo de cacao, permite conocer el requerimiento de riego y consumo de agua asociada a la escasez natural y posible competencia del recurso, encaminada por acciones para reducir las emisiones de gas efecto de invernadero.

La determinación de las variables involucradas en la producción del cultivo de cacao, contribuye al desarrollo de un software que permite medir las huellas de carbono e hídrica presente con modelos de huellas certificables según el protocolo GHG y el estándar PAS 2050, para analizar los datos e identificar riesgos que redunden en mayores oportunidades comerciales en mercados internacionales.

5. Referencias

- [1] Ó. Carpintero, «La huella ecológica de la agricultura y la alimentación en España, 1955-2000.» *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, pp. 31-45, 2006.
- [2] Federación nacional de cacaoteros, «Guía ambiental para el cultivo del cacao.» Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Bogotá, 2013.

- [3] Pontificia Universitaria Católica del Perú, «Rutas hacia un peru mejor,» Editorial Aguilar, Lima, 2013.
- [4] R. Martínez Castillo, «Educación y huella ecológica,» *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, vol. 8, nº 1, pp. 1-28, 2008.
- [5] E. F. Viglizzo, «Huella de carbono, ambiente y agricultura en el cono sur de Sudamérica,» Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, Argentina, 2010.
- [6] Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente, «Guía para el cálculo de la Huella de Carbono y para la elaboración de una planta de mejora de una organización,» Secretaría General Técnica, Madrid , 2016.
- [7] A. Y. Hoekstra, «Globalización del agua,» Marcial Pons Ediciones Jurídicas y Sociales, 2016.
- [8] J. C. Aguado, «Estudio nacional de Huella Hídrica Colombia Sector Agrícola,» *Revista Internacional de Sostenibilidad, tecnología y humanismo*, vol. 1, nº 7, pp. 101-126, 2011.
- [9] «Calculadora Huella Ecológica,» Minambiente, 2 1 2015. [En línea]. Available: <http://www.soyecolombiano.com/huella-ecologica/>. [Último acceso: 1 3 2017].
- [10] Ecopetrol, «Calcule su huella de CO2,» 1 5 2015. [En línea]. Available: <http://www.ecopetrol.com.co/especiales/calculadoraAmbienta/co2.html>. [Último acceso: 1 3 2017].
- [11] Solidforest, «Descarga la versión de evaluación de Aire,» 2 1 2015. [En línea]. Available: <http://www.solidforest.com/software-airelca-demo.html>. [Último acceso: 2 03 2017].
- [12] Softeng, «Metodología Scrum,» Portal Builde, 10 05 2017. [En línea]. Available: <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum.html>. [Último acceso: 13 5 2017].
- [13] Softeng, «Proceso y Roles de Scrum,» Portal Builder, 20 1 2017. [En línea]. Available: <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum/proceso-roles-de-scrum.html>. [Último acceso: 10 05 2017].

Impacto de un Objeto Virtual de aprendizaje que permite mantener y divulgar las prácticas de seguridad alimentaria y el rol de las mujeres

Impact of a Virtual Learning Object that maintains and discloses the practices of food security and the role of women

Nohora Julieta Bolaños Bolaños¹

¹Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Popayán – Facultad de Ingenierías
Nohora.bolanos@campusucc.edu.co

Resumen– Este artículo expone la importancia e impacto que tiene la implementación del uso de los objetos virtuales de aprendizaje en las prácticas en seguridad alimentaria por parte de las mujeres, las cuales inciden directamente en las actividades de alimentación, nutrición y conservación de los alimentos, tomando la seguridad alimentaria como un tema de vital importancia para garantizar la calidad, cantidad e inocuidad de los alimentos, garantizando el acceso de la alimentación a la población. La metodología empleada es descriptiva, se trabajó con fuentes de información secundaria y revisión de estudios previos relacionados con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en temas relacionados con la alimentación, la nutrición, seguridad alimentaria e inseguridad alimentaria. Se evidencia que el uso de los objetos virtuales de aprendizaje en la seguridad alimentaria no es muy utilizado dadas las condiciones actuales en las que se encuentran las mujeres del sector rural, pero a su vez, se ve una oportunidad de apropiarse de la tecnología para divulgar las prácticas que actualmente han conservado y mantenido la seguridad alimentaria, de tal manera que permeen en las comunidades rurales y urbanas del Departamento del Cauca.

Palabras claves– Seguridad alimentaria, mujeres, objetos virtuales de aprendizaje, prácticas, técnicas.

Abstract– This article aims to analyze the importance of an object of virtual learning which allows disseminate and implement the techniques and practices that promote women in food security in the department of Cauca. This paper wants to highlight the incidence and importance of the role of women in domestic work, agriculture, livestock and fish farming within the family, work that does not have the same economic recognition against them made by man. The author focuses on researches on the impact of virtual learning objects compared to the role of women in food security through literature review. Results: Objects of virtual learning are little used in the compendium of practices and techniques of women to ensure food security. The article is generated from studies based on food security, its implications, roles, techniques and especially in women practices and how the use of a virtual learning object can improve the work in rural areas.

Keywords– Food safety, women, virtual learning objects, practice, techniques.

1. Introducción

El presente artículo tiene como objetivo analizar la importancia que tiene un objeto de aprendizaje virtual, el cual permita divulgar e implementar las técnicas y prácticas que fomentan las mujeres en la seguridad alimentaria en el Departamento del Cauca, lo anterior enmarcado en la incidencia e importancia que genera el rol de la mujer en tareas domésticas, de agricultura,

ganadería y piscicultura dentro del núcleo familiar, labores que no tienen el mismo reconocimiento económico frente a las mismas realizadas por el hombre. Metodología: el autor se centra en la indagación e inmersión del impacto de los objetos de aprendizaje virtual, frente al rol de las mujeres en la seguridad alimentaria, por medio de revisión bibliográfica. Resultados: Los objetos de aprendizaje virtuales son poco utilizados en el compendio de prácticas y técnicas de la

mujer para garantizar la seguridad alimentaria

Conclusiones: el artículo se genera a partir de estudios realizados en base a la seguridad alimentaria, sus implicaciones, roles, técnicas y prácticas que las poblaciones u en especial las mujeres prácticas y como por medio de un objeto virtual de aprendizaje se puede llevar lo anterior a conocimientos rurales y trascender es sus prácticas.

2. Seguridad alimentaria y el rol de las mujeres

En los países Latinoamericanos, la economía se centra en el sector primario, gran parte de la población se encuentra ubicada en las zonas rurales y las mujeres dentro de sus diferentes roles sociales, económicos, culturales, religiosos y familiares, cumplen un papel importante en la seguridad alimentaria, entendiéndose como la seguridad alimentaria, como el medio que permite garantizar que todas las personas en todo momento tengan acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana.

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO, la seguridad alimentaria “no solo en función del acceso a los alimentos y la disponibilidad de éstos, sino también de la distribución de recursos para producirlos, así como de la generación de poder adquisitivo para comprarlos ahí donde no se producen. Dado el papel fundamental de la mujer en la producción y suministro de alimentos, toda estrategia para lograr la seguridad alimentaria sostenible debe necesariamente abordar el problema su limitado acceso a los recursos productivos.”

La situación de la mujer dentro de la agricultura y sostenimiento del hogar no se encuentra en igual de generó, la mujer se encuentra en desventaja frente a mejorar las condiciones económicas, de salud y educación frente al hombre, situación que se agrava más en países o regiones económicamente no solventes, adicional en muchos lugares del mundo y por tradición, cultura o religión las mujeres son la últimas en el hogar de comer, después de que lo hayan hechos los hombres y los niños de la familia.

Las mujeres también contribuyen decisivamente a la economía y representan una gran parte de la mano de obra agrícola en todo el mundo. Si se les ofrece recursos

de manera equitativa, pueden hacer mucho más. La FAO estima que si las mujeres del campo (el 43 por ciento de la mano de obra agrícola en los países en desarrollo) tuviesen el mismo acceso que los hombres a recursos agrícolas, se podría aumentar la producción en las granjas de mujeres de países en desarrollo de un 20 por ciento a 30 por ciento y reducir potencialmente la cantidad de personas que sufren hambre en el mundo entre 100 y 150 millones de personas.

En los países en desarrollo, las mujeres son responsables de la producción de alimentos. Según datos de la FAO, las mujeres producen entre el 60 y 80 % de los alimentos en los países en desarrollo, y la mitad de la producción mundial. Las mujeres rurales se dedican principalmente a la agricultura de subsistencia, produciendo cultivos básicos (maíz, arroz, trigo) que suponen hasta el 90 % de los alimentos que se consumen en las zonas rurales más desfavorecidas. Además de la producción de cereales, el cultivo de verduras, legumbres y frutas en los huertos familiares es una tarea exclusiva de las mujeres. Las mujeres son también responsables de la mayor parte de las actividades relacionadas con el procesamiento, conservación y comercialización de los productos agrícolas.

El tema de seguridad alimentaria ha sido y representa un punto importante dentro de las agendas que manejan los estados, las comunidades, asociaciones y demás gremios interesados en regular y propiciar la seguridad alimentaria.

En la Declaración Universal de los Derechos Humanos, artículo 25 “Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios.”

El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), establece en el artículo 11 “Los Estados partes en el presente Pacto reconocen el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso alimentación, vestido y vivienda adecuados, y a una mejora continua de las condiciones de existencia”.

A nivel nacional el derecho a la alimentación está plasmada en la Constitución Política Nacional de 1991, Establece el derecho a la alimentación equilibrada como un derecho fundamental de los niños y en cuanto a la

oferta y la producción agrícola se establecen los deberes del Estado en esta materia.

El Gobierno decreta el Documento CONPES Social 113, Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN), el cual tiene como objetivo “Garantizar que toda la población colombiana disponga, acceda y consuma alimentos de manera permanente y oportuna, en suficiente cantidad, variedad, calidad e inocuidad.”

En la política se enmarca la perspectiva de género, la cual “promueve la igualdad entre hombres y mujeres brindando las mismas posibilidades de acceso a recursos productivos, servicios y oportunidades frente a las responsabilidades y roles en la seguridad alimentaria y nutricional.”

La Declaración de la Cumbre Mundial de la Alimentación (CMA) de 1996 reconoce la necesidad de una participación equitativa entre hombres y mujeres para alcanzar la seguridad alimentaria sostenible para la población mundial. Asimismo, en la posterior declaración de la CMA de 2002 se reafirma la necesidad de garantizar la equidad de género y de apoyar el pleno ejercicio de los derechos de las mujeres. Ambas declaraciones reconocen el papel primordial que desempeñan las mujeres en la consecución de la seguridad alimentaria.

Tema de vital importancia para garantizar la sostenibilidad y perduración de la seguridad alimentaria, ya que las mujeres realizan un papel vital sea como productoras de alimentos, aportantes de ingresos al hogar, protectoras y conocedoras de la biodiversidad, transformadoras de alimentos y como responsables de la nutrición familiar.

En el documento Lineamientos para la seguridad alimentaria. Lineamientos y perspectivas, se menciona el papel que tiene la mujer en Colombia, como la productividad de los alimentos aumenta en los hogares cuando la mujer tiene acceso a la educación, a créditos a insumos para la producción agrícola, al mejorar las condiciones de la mujer dentro de núcleo familiar, se reduce en un 50% la malnutrición infantil, así como la reducción en la pobreza ya que la participación de la mujer en las organizaciones que toman decisiones contribuye a impedir que las familias caigan en una mayor pobreza.

Al mirar la importancia que tiene el papel de las mujeres en la seguridad alimentaria, se ha querido mantener

actuales las prácticas que fomentan las mujeres para mantener y garantizar la seguridad y soberanía alimentaria, las cuales se encuentran plasmadas en su mayoría en cartillas, manuales o guías, las cuales cumplen un papel de formativo; con la implementación de los objetos virtuales de aprendizaje, el cual “es un conjunto de recursos digitales, que pueden ser utilizados en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Además, el Objeto de Aprendizaje, debe tener una estructura de información externa (metadato), para facilitar su almacenamiento, identificación y recuperación.”

Los objetos virtuales de aprendizaje son útiles para lograr una educación más innovadora y pertinente apoyada en el uso pedagógico de las tecnologías y las comunicaciones (TIC), herramienta que ayudara en el proceso de divulgación e implementación de las técnicas y prácticas de la seguridad alimentaria, promovidas por las mujeres.

Al implementar un objeto virtual de aprendizaje como herramienta que permita realizar la divulgación y socialización de las técnicas y prácticas que fomenta la mujer en lo relacionado con la seguridad alimentaria, se estaría propiciando que las actividades se consoliden y permanezcan como lineamientos de ejecución, seguimiento y control en regiones, comunidades y asociaciones en donde la mujer hace parte activa de este proceso.

3. Resultados

El tema de seguridad alimentaria ha sido y representa un punto importante dentro de las agendas que manejan los estados, las comunidades, asociaciones y demás gremios interesados en regular y propiciar la seguridad alimentaria.

En la Declaración Universal de los Derechos Humanos, artículo 25 “Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios.”

El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), establece en el artículo 11 “Los Estados partes en el presente Pacto reconocen el

derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso alimentación, vestido y vivienda adecuados, y a una mejora continua de las condiciones de existencia”.

A nivel nacional el derecho a la alimentación está plasmada en la Constitución Política Nacional de 1991, Establece el derecho a la alimentación equilibrada como un derecho fundamental de los niños y en cuanto a la oferta y la producción agrícola se establecen los deberes del Estado en esta materia.

El Gobierno decreta el Documento CONPES Social 113, Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PSAN), el cual tiene como objetivo “Garantizar que toda la población colombiana disponga, acceda y consuma alimentos de manera permanente y oportuna, en suficiente cantidad, variedad, calidad e inocuidad.”

En la política se enmarca la perspectiva de género, la cual “promueve la igualdad entre hombres y mujeres brindando las mismas posibilidades de acceso a recursos productivos, servicios y oportunidades frente a las responsabilidades y roles en la seguridad alimentaria y nutricional.”

La Declaración de la Cumbre Mundial de la Alimentación (CMA) de 1996 reconoce la necesidad de una participación equitativa entre hombres y mujeres para alcanzar la seguridad alimentaria sostenible para la población mundial. Asimismo, en la posterior declaración de la CMA de 2002 se reafirma la necesidad de garantizar la equidad de género y de apoyar el pleno ejercicio de los derechos de las mujeres. Ambas declaraciones reconocen el papel primordial que desempeñan las mujeres en la consecución de la seguridad alimentaria.

Tema de vital importancia para garantizar la sostenibilidad y perduración de la seguridad alimentaria, ya que las mujeres realizan un papel vital sea como productoras de alimentos, aportantes de ingresos al hogar, protectoras y conocedoras de la biodiversidad, transformadoras de alimentos y como responsables de la nutrición familiar.

En el documento Lineamientos para la seguridad alimentaria. Lineamientos y perspectivas, se menciona el papel que tiene la mujer en Colombia, como la productividad de los alimentos aumenta en los hogares cuando la mujer tiene acceso a la educación, a créditos a insumos para la producción agrícola, al mejorar las condiciones de la mujer dentro de núcleo familiar, se

reduce en un 50% la malnutrición infantil, así como la reducción en la pobreza ya que la participación de la mujer en las organizaciones que toman decisiones contribuye a impedir que las familias caigan en una mayor pobreza.

El papel de la mujer en la agricultura y su situación en las áreas rurales depende de la región geográfica, de la clase social, de la edad y de la etnia. La mujer de las zonas rurales juega un papel esencial para la subsistencia de sus comunidades, aunque este papel no siempre está reconocido. Se encargan de las tareas domésticas, como la recogida de agua y leña, realizan tareas agrícolas y ganaderas y además venden los excedentes de sus cosechas en los mercados locales. También se encargan del cuidado y educación de su familia. Las mujeres también desarrollan un papel clave en la ganadería, la pesca y la silvicultura, aunque su trabajo tiene un menor reconocimiento y las actividades en estos sectores suelen ser menos rentables que el caso de los hombres.

De acuerdo con el Programa Mundial de Alimentos (PMA), las mujeres son quienes están más propensas a sufrir de hambre y desnutrición. No obstante, el PMA señala que son la clave para aumentar la seguridad alimentaria y el bienestar nutricional de sus familias. Es por esto que el programa ha publicado una lista con los 10 datos más relevantes en cuanto a la relación entre el rol de mujer y la alimentación, con el fin de concienciar a las sociedades sobre su rol: En los países en desarrollo, 79% de las mujeres económicamente activas pasan sus horas de trabajo produciendo alimentos. De hecho, las mujeres representan 43% de la fuerza laboral agrícola; Las cosechas de las mujeres agricultoras son 20 y 30% inferiores a las de los hombres. Esto se debe a que las mujeres tienen menos acceso a semillas mejoradas, fertilizantes y equipos. Al eliminar las disparidades de género en el sector agrícola, confiando más recursos a las agricultoras, se podría reducir entre 100 y 150 millones el número de personas que sufren de hambre en el mundo. Las encuestas realizadas en una amplia gama de países han demostrado que entre 85 y 90% del tiempo que se dedica en los hogares a la preparación de las comidas familiares corre a cargo de las mujeres. En algunos países, la tradición dicta que las mujeres coman de últimas, después de que todos los miembros varones y los niños hayan comido. Durante una crisis, las mujeres son generalmente las primeras en sacrificar su consumo de alimentos, con el fin de proteger el consumo de

alimentos de sus familias. Las madres afectadas por la malnutrición a menudo dan a luz a bebés con insuficiencia ponderal, lo que representa una probabilidad de 20% de morir antes de los 5 años de edad. Así mismo, cada año nacen hasta 17 millones de niños con un peso inferior al normal. En los países en desarrollo, aproximadamente la mitad de todas las mujeres embarazadas son anémicas. Cada año, la carencia de hierro es la causa de unos 110.000 fallecimientos durante el parto. Los estudios e investigaciones confirman que confiar más ingresos en manos de las mujeres arroja resultados favorables para la salud y la nutrición de los niños y La educación es clave. Un estudio demostró que la educación de las mujeres contribuyó a una reducción de 43% en la desnutrición infantil, mientras que la disponibilidad de alimentos representó 26%.

Las prácticas y técnicas en seguridad alimentaria se encuentran en su mayoría plasmadas en cartillas, manuales, guías y en muchos casos en las tradiciones de generación en generación, prácticas que se deben de consolidar en un objeto virtual de aprendizaje, dado que este permitirá visualizar, de manera sencilla, las técnicas que se vienen trabajando para conservar y preservar la seguridad alimentaria dentro de las organizaciones, comunidades y la familia.

El objeto virtual de aprendizaje es una herramienta multimedia que permite consolidar los objetivos del proyecto basándose en las técnicas, prácticas y métodos para garantizar la socialización e implementación de las mismas en pro de preservar y perpetuar la seguridad alimentaria.

Lo anterior se soporta en la Agenda de Conectividad, la cual tiene como objetivo impulsar el uso y la masificación de las TICs, como herramienta dinamizadora del desarrollo social y económico del país. Herramienta que va a permitir realizar la divulgación de manera dinámica y organizada de la seguridad alimentaria en aquellas comunidades y asociaciones en donde la presencia de la mujer es predominante.

Para la construcción del objeto virtual de aprendizaje, se enfocará en el enfoque constructivista social el cual permite trabajar con un panorama interdisciplinario, ya que se necesita la participación y aporte profesional de los diferentes perfiles, a fin de obtener un producto integral y de calidad en los campos de conocimiento que intervienen.

4. Conclusiones

Algunas conclusiones obtenidas luego de presentado el artículo se centran en:

- Puede llegar a facilitar la participación de la mujer en las estrategias de desarrollo rural y seguridad alimentaria, esto permitirá realizar la compilación y análisis de datos desglosados sobre género para entender las diferencias de papeles en la producción de alimentos y cosechas comerciales, en la gestión y control financieros de la producción, almacenaje y comercialización de los productos agrícolas.
- Permitirá recolectar experiencias significativas y resaltar las labores de agricultura, ganadería y pesca que hoy en día ejercen las mujeres en las comunidades y asociaciones en donde la mujer es predominante.
- En aquellos hogares en donde la mujer es cabeza de hogar y según estadística son hogares en donde hay mayor pobreza en las zonas rurales, este proyecto permitirá disminuir los faltantes (educación, acceso a sistemas de información, capacitación, visibilidad) que se presentan en este tipo de hogares.
- Ayudará al desarrollo de estrategias de seguridad alimentaria ya que es de vital importancia disponer de una información perfeccionada sobre los respectivos accesos de hombres y mujeres a los recursos y al control de los mismos, lo anterior debido que las mujeres tienen mayores restricciones a créditos, subsidios y demás ayudas para la agricultura.

5. Recomendaciones

- Para el diseño e implementación del objeto virtual de aprendizaje se debe de contemplar las variables internas y externas que afectan la seguridad alimentaria, practicada por las mujeres, ya que la cultura, religión y costumbres son autóctonas de cada zona y región.
- No se puede entrar a implementar el objeto virtual de aprendizaje, sin la debida socialización, sensibilización y autorización de la comunidad o región de estudio, ya que muchas de estas zonas practican la seguridad alimentaria como un método de

costumbre, más no como un factor de cambio frente al aporte en la seguridad alimentaria.

6. Agradecimientos

Agradezco a Nestor Bahos – Coordinador del programa Panes de la Secretaría de Agricultura del Departamento del Cauca, por su colaboración y apoyo en todo el proceso de investigación, también a las estudiantes del semillero de investigación GISA del programa de Ingeniería de Alimentos, quien apoyaron y ayudaron en el desarrollo del proceso de investigación.

7. Referencias

- [1] Colombia, g. N. (2012). Plan nacional de seguridad alimentaria y nutricional (pnsan) 2012-2019. Bogotá: gobierno de Colombia.
- [2] FAO, o. D. (2012). La mujer y la seguridad alimentaria. España: FAO.
- [3] García, m. D. (2010). El papel de la mujer en la seguridad alimentaria. En m. D. Hidalgo, seguridad alimentaria (págs. 93-107).
- [4] General, a. (1948). Declaración universal de los derechos humanos.
- [5] Lahoz, c. (2010). El papel clave de las mujeres en la seguridad alimentaria.
- [6] Mujeres protagonistas de la seguridad alimentaria. (06 de marzo de 2013). Semana sostenible.
- [7] Mujeres, o. (2012). El papel de las mujeres en el desarrollo rural, la producción alimenticia y la erradicación de la pobreza. ONU.
- [8] Planeación, c. N.-r.-d. (2008). Conpes 113. Política nacional de seguridad alimentaria y nutricional (psan). Bogotá: presidencia de la república de Colombia.
- [9] Suárez Oscar, j. S. (2010). Metodología para el diseño y desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje. En: memorias universidad 2008. Medellín: editorial universitaria.
- [10] La declaración de la cumbre mundial de la alimentación (cma) de 1996.
- [11] Constitución Política Nacional de 1991.
- [12] El pacto internacional de derechos económicos, sociales y culturales (pidesc), Lineamientos para seguridad alimentaria. Retos y perspectivas. Manuel Álvaro Ramírez.

Causas que Conllevan a una Inseguridad Alimentaria

Causes Concerning Food Insecurity

Nory Mileida Joaqui Guzmán¹

¹Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Popayán – Facultad de Ingenierías- Programa de Ingeniería de Alimentos
nory.joaqui@campusucc.edu.co

Resumen– El presente trabajo de revisión bibliográfica tiene como propósito el dar a conocer los aspectos y causas que conllevan a la inseguridad alimentaria a nivel mundial, nacional y local, teniendo en cuenta el primer objetivo del desarrollo del milenio ODM. La inseguridad alimentaria afecta a comunidades de todo el mundo en la que la pobreza impide un acceso seguro a los alimentos, aparte de causar un sufrimiento humano, la inseguridad alimentaria provoca una inestabilidad social, política y económica. Este problema surge cuando las personas carecen de acceso seguro a una cantidad de alimentos inocuos y nutritivos suficientes para el crecimiento y desarrollo normal de los niños y niñas, de manera que se lleve a cabo una vida sana y activa, no resulta fácil combatirla, más aun cuando en el mundo actual existen zonas que no pueden disponer de alimentos, poder adquisitivo insuficiente, una distribución inapropiada o uso inadecuado de los alimentos en el interior del hogar, por lo tanto se busca con este trabajo identificar las causas que conllevan a la inseguridad alimentaria, además de sensibilizar a la población acerca de la problemática que se está presentando actualmente.

Palabras claves– Desnutrición, déficit, acceso, disponibilidad, alimento.

Abstract– This work begins literature review in order to raise awareness of the issues and causes that lead to food insecurity at global, national and local level, taking into account the first objective of the Millennium Development Goals. Food insecurity affects communities around the world where poverty prevents safe access to food, apart from causing human suffering, food insecurity causes social economic instability, political and. This problem arises when people lack secure access to a number of safe and sufficient for normal growth and development nutritious food access, so that they carry out a healthy and active life, not easy to fight, even more so when in the world now there are areas that may not have food, insufficient purchasing power, inappropriate distribution or inadequate use of food inside the home, therefore we seek with this work to identify the causes that lead to food insecurity, in addition to sensitizing the population about the problem that is currently presenting.

Keywords– Malnutrition, deficit, access, availability, food.

1. 1. Introducción

Uno de los grandes problemas que enfrenta la humanidad actualmente, surge cuando las personas carecen de acceso seguro a una cantidad de alimentos inocuos y nutritivos suficiente para el crecimiento y desarrollo normal, de manera que se lleve a cabo una vida sana y activa, no resulta fácil combatirla, más aun cuando en la actualidad existen zonas que no pueden disponer de alimentos, poder adquisitivo e incluso hay una distribución inapropiada de los alimentos en el interior del hogar (Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, 2012).

En Colombia, se desconocía hasta hace un tiempo el grado de inseguridad alimentaria (Agenda presidencial para la acción social *et al.*, 2009), para ello se tuvo en cuenta dos dimensiones: la difícil disponibilidad y el difícil acceso a los alimentos por parte de las familias, debido al costo elevado en que están ofertados, ya sea en los diferentes centros de venta; lo cierto es que está afectada por una serie de variables presentes desde la producción hasta que el producto llega al consumidor, así mismo es determinada por el número de personas que conforman una familia, la edad, el sexo, el estado fisiológico, por la cultura alimentaria y su capacidad económica de adquirirlos (Álvarez *et al.*, 2010); cabe resaltar que la Inseguridad Alimentaria y la desnutrición

causan un gran impacto sobre la salud y la calidad de vida de las personas (United Explanations the easy way to understand international affairs, 2015, Octubre 22).

Considerando lo anterior se realizó una revisión cuyo objetivo fue el conocer las posibles causas que conllevan a la inseguridad alimentaria en Colombia. La revisión se elaboró a partir de la búsqueda bibliográfica de fuentes primarias como libros, revistas científicas electrónicas y mediante fuentes secundarias como la consulta de bases de datos y fuentes documentales generadas por el gobierno de Colombia, del Departamento del Cauca y las organizaciones tales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; el Programa Mundial de Alimentos y el PNUD.

2. DESARROLLO DEL TEMA

2.1 Inseguridad alimentaria.

Existe cuando las personas están desnutridas a causa de la indisponibilidad material de alimentos, su falta de acceso social o económico y/o un consumo insuficiente de alimentos, haciendo referencia únicamente a las consecuencias de un consumo insuficiente de alimentos nutritivos (Banco Mundial et al., 2017).

2.1.1 *Inseguridad Alimentaria en Colombia*

Colombia es un ejemplo de hambruna y desnutrición, más del 40% de la población no tiene acceso a los alimentos requerido para una vida, ¿es acaso esta una relación un resultado de un modelo que ha sacrificado la soberanía agroalimentaria por veraz apertura comercial?. Las condiciones sociales en Colombia no dejan de ser complejas, la encuesta nacional de situación nutricional estudio que se hace cada 5 años en su versión 2010 revelo que la inseguridad alimentaria era del 42,7%, 6 años más tarde la situación sigue agravándose.

En Colombia la situación de inseguridad alimentaria y nutricional es común en muchos departamentos, afectando principalmente a grupos de población vulnerable en áreas rurales y urbanas. Los altos índices de desnutrición que se registran actualmente en el país, se concentran especialmente en niños y adolescentes, madres gestantes y lactantes, adultos mayores y

población en situación de discapacidad (Agenda presidencial para la acción social *et al* 2009).

La inseguridad alimentaria en los hogares tiene consecuencias en el estado de salud y nutrición de sus miembros, en la disminución en el rendimiento escolar de los niños y en la baja capacidad laboral de los adultos, esto conlleva a producir sufrimiento psicológico que ocasiona la sensación de exclusión e incapacidad de poder satisfacer las necesidades alimentarias de manera adecuada, lo que ocasiona trastornos en la dinámica familiar y degradación del medio ambiente y de los recursos naturales. (Jaramillo Mantilla M.; 2013)

Esta situación se puede explicar por la baja rentabilidad de la producción de hortalizas, actividad económica de la cual viven las familias ya se han estudiadas o no y de la cual se generan los recursos económicos para acceder a los alimentos que consumen en el hogar. (Álvarez Uribe & Restrepo Betancur 2003).

Colombia está entre los 22 países del mundo que menos éxito tuvieron en cuanto a la reducción del hambre según datos arrojados en el 2015 por el índice global del hambre. Uno de los departamentos más afectado es la Guajira donde según cifras oficiales el 64% de la población de más de 900000 mil habitantes viven en situación de la pobreza, mientras que el 35% está bajo el umbral de la indigencia. Sin embargo la Guajira abastece el 50% de la demanda de gas vehicular, pero no es tomada en cuenta por sus recursos y es echada al abandono estatal pues sufren problemas sanitarios de acceso a la educación, transporte y mortalidad infantil. Actualmente más de 15000 mil niños están en riesgo de desnutrición infantil lo que esta exterminando la niñez. Organismos como la Comisión Interamericana de derechos humanos han alertado sobre la situación y han exigido al estado dotar las medidas necesarias para proteger los derechos de las comunidades no obstante las cifras siguen siendo preocupantes y las acciones insuficientes. (Telesur tV, 2016; Telesur tV, 2015).

2.1.2 *La inseguridad Alimentaria en el Cauca*

Según la política departamental de Cauca sin hambre afirma que la inseguridad alimentaria se refiere principalmente a las dificultades y obstáculos físicos, económicos, geográficos, sociales y/o culturales de las

personas para consumir alimentos mínimos necesarios, es decir los de la canasta básica, en cuanto al no goce de este derecho. (Agenda presidencial para la acción social *et al.*, 2009).

Principales manifestaciones y consecuencias de la inseguridad alimentaria y nutricional que más inciden en la inseguridad alimentaria de las familias en el Cauca, entre las cuales tenemos que los niños caucanos menores de 5 años tienen retraso en el crecimiento en el 15% de los casos, anemia en el 33.2 %, y ferropenia (déficit de hierro) en el 52%. De la mortalidad infantil de 7.9 por mil nacidos vivos, el 40% de los casos se pueden asociar a factores de inseguridad alimentaria y nutricional durante la gestación. Los promedios de duración de la lactancia materna exclusiva y complementaria a pesar de presentar una tendencia ascendente y estar por encima del promedio nacional, continúan siendo bajos frente a los estándares ideales de seis y dieciocho meses respectivamente. En 2005, la duración de la lactancia materna exclusiva fue de 2,2 meses para el país y 3.3 meses para el Cauca, con una duración total de 14,9 meses para Colombia y 16.2 para el Cauca (Agenda presidencial para la acción social *et al* 2009).

3. Categorías de la inseguridad alimentaria

La inseguridad alimentaria se encuentra dividida en 3 categorías fundamentalmente, entre las cuales tenemos:

- *Inseguridad Alimentaria crónica.* Es aquella que se da a largo plazo o de forma persistente, se presenta cuando las personas no tienen la capacidad de satisfacer sus necesidades de alimentación mínimas durante un lapso de tiempo prolongado, como resultado de largos periodos de pobreza y falta de acceso a recursos productivos o financieros (Secretaría de planeación & Alcaldía mayor de Bogotá, 2012; Programa mundial de alimentos, 2009; Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, 2005).
- *Inseguridad Alimentaria Transitoria.* Es aquella que se origina a corto plazo y de carácter temporal; ocurre cuando disminuye de repente la capacidad de producir o acceder a una cantidad de alimentos suficiente para mantener un buen estado nutricional, debido a fluctuaciones en la producción y los precios de los

alimentos, o en los ingresos del hogar (Secretaría de planeación & Alcaldía mayor de Bogotá, 2012; Programa mundial de alimentos, 2009; Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, 2005).

- *Inseguridad Alimentaria Estacional.* Es la condicionada por diversos factores como la falta de reservas alimentarias, por los patrones de producción de alimentos determinados por el clima (Quizán Plata *et al.*; 2012; González Contró *et al.*; 2016).

4. Causas que conllevan a la inseguridad alimentaria

Las causas de la inseguridad alimentaria son múltiples y varían entre comunidades incluso en un mismo territorio, (Pascual Ramos, 2014; Secretaría de planeación & Alcaldía mayor de Bogotá, 2012; Acción Contra el Hambre, 2017; United Explanations the easy way to understand international affairs, 2015) estas pueden ser sociales (la presión demográfica, la inadecuada gestión de los recursos naturales, el desempleo rural, la desigualdad de género, los conflictos civiles, etc.), políticas (forma en el que administran el poder, tanto dentro como fuera de los Departamentos, etc.), económica (baja capacidad para generar ingresos, etc.) y ambientales (mala utilización de los suelos, a la inadecuada distribución de las tierras disponibles, etc.) (Castaño López, 2016; Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2001; Pascual Ramos, 2014; Pascual Ramos, 2014; Muriel Martínez C., 2015; Lozano Ramírez, 2016; FAO, 2017; Ibáñez A & Velásquez, 2006; Muriel Martínez C., 2015; Albares *et al.*, 2011; Cardoza Rivera *et al.*, 2010; Banco Mundial BIRF-AIF, 2015; Consejo Nacional de Política Económica Social, 2008; Cardoza Rivera *et al.*, 2010).

5. Estudio de casos de inseguridad alimentaria en Colombia.

1. Estudio de caso número uno. “*Determinantes socioeconómicos, inseguridad alimentaria y desnutrición crónica en población desplazada de primera infancia, Pereira, Colombia.*”

Se observó que la desnutrición infantil y la falta de seguridad alimentaria son un problema de salud pública. Su objetivo fue conocer la prevalencia de desnutrición crónica en los niños de 0 a 5 años de la población de las

colonias de Pereira y la determinación de la asociación con factores socioeconómicos y el nivel de inseguridad alimentaria doméstico, donde se evaluó la seguridad alimentaria doméstica, variables nutricionales, sociodemográficas, socioeconómicas y educativas de la familia (Enrique Machado et al., 2014).

El análisis se hizo con SPSS 20.0 para Windows, se evaluaron 68 niños, el 51,5% eran hombres, con una edad promedio de 2,1 a 59,9 meses. El 11,8% de los niños presentaba algún tipo de desnutrición, el 67,7% de las familias tenían inseguridad alimentaria, con baja capacidad económica para adquirir alimentos. La inseguridad alimentaria se asoció con más de una persona desempleada ($p=0,014$), aporte familiar a alimentos mensual menor a COP \$150000 ($p=0,004$), comprar alimentos en tienda local ($p=0,017$) con una frecuencia de compra alimentos diaria y quincenal.

Concluyendo que pese a la existencia de programas de intervención para mejorar las condiciones de alimentación de primera infancia, sigue existiendo inseguridad alimentaria y desnutrición por lo tanto se deben reforzar las estrategias que garanticen la alimentación diaria de los niños de 0 a 5 años (Machado-Duque et al., 2014).

2. Estudio de caso número dos. Biopoder, desarrollo y alimentación en el Rosal, Cauca (Colombia) se analiza un programa de intervención agroalimentaria en El Rosal Cauca, una localidad rural del suroccidente de Colombia, en la cordillera de los Andes.

Se analizó un programa de intervención Agroalimentaria en El Rosal Cauca, a través de una metodología cualitativa que vincula el análisis de documentos, discursos locales y la puesta en marcha de programas agroalimentarios. La seguridad alimentaria como dispositivo biopolítico: el caso de PANES, según el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), para el año 2005 en la zona rural de Colombia se registraba mayor inseguridad alimentaria (58,3 %), en comparación con la zona urbana (35,3 %). Estas cifras se vieron reflejadas en la población del departamento del Cauca, donde se presenta una de las tasas de desnutrición más altas del país (24 %) con respecto al promedio nacional (13,5 %). En la región del macizo colombiano, se identificó una desnutrición crónica del 29,5 %, medida en la relación talla-peso. Esta situación es producto de

una serie de condiciones inapropiadas que deben ser intervenidas, como los bienes y servicios ambientales disminuidos, la poca producción agrícola, las dificultades de comercialización y transformación de los alimentos, el uso de fungicidas y plaguicidas en los monocultivos, el desconocimiento de dietas y hábitos de vida adecuados, el consumo de alimentos foráneos con bajo valor nutricional, la pérdida de biodiversidad, de prácticas agrícolas y saberes propios, la presencia de grupos armados y del conflicto, los cultivos ilícitos, el poco soporte para garantizar la producción, transformación, comercialización e investigación agrícola, los programas académicos poco pertinentes y el bajo impacto de las instituciones. Con esta caracterización de la población rural caucana y de sus condiciones subyacentes, el programa PANES, lucha contra la pobreza y la desnutrición, mediante la Ley 715 del 2001 y la 1176 del 2005; donde la quinua es uno de los recursos centrales para hacerles frente a los problemas de desnutrición y cultivos ilícitos. En conclusión más de la mitad de las familias encuestadas se encontraron en IA y los factores que la influyen están asociados al ingreso familiar (Pico Fonseca & Pachón H. 2012).

3. Estudio de caso número tres. Evaluación de la seguridad alimentaria y nutricional en los adolescentes con consumo de sustancias psicoactivas en situación de conflicto con la ley, Bogotá – Colombia

El objetivo del presente estudio fue evaluar la seguridad alimentaria y nutricional de la población adolescente, con problemática de consumo de sustancias psicoactivas en conflicto con la ley de la ciudad de Bogotá que están en coordinación con cuatro centros de libertad asistida por los Religiosos Terciarios Capuchinos. En el cual se evidencio que existe inseguridad alimentaria en la población adolescente de 14 a 18 años de edad, la cual se interpreta como vulnerable, y se puede definir como “la probabilidad de una disminución drástica del acceso a los alimentos o de los niveles de consumo, debido a riesgos ambientales o sociales, o a una reducida capacidad de respuesta” (Betancourt, 2006), se demostró que se presenta inseguridad alimentaria en el hogar (ISAH) leve en un 32% de la población, al mismo tiempo una ISAH leve se interpreta que deriva de una disminución temporal del acceso a los alimentos necesarios por parte de los hogares debido a factores como la inestabilidad de los precios de los alimentos, de los ingresos o del suministro

de productos (producción); la variación estacional de la producción y de los precios también favorecen la inseguridad alimentaria leve de los hogares pobres al igual que los cambios repentinos en los precios y en los ingresos que de prolongarse esta situación puede llevar a inseguridad alimentaria crónica y al deterioro del estado nutricional, en cuanto a la ISAN moderada en 8% y severa en 11% de los hogares de igual forma se interpreta que esto se debe a una dieta insuficiente mantenida durante períodos prolongados a causa de la incapacidad mantenida para adquirir los alimentos necesarios ya sea por las compras en los mercados o por la producción, y por ello tiene como origen la pobreza.

El estudio demostró que en los adolescentes infractores de la ley con consumo de sustancias psicoactivas, predominó el consumo de marihuana, en mayor proporción el de bazuco, cocaína, tranquilizantes, inhalables, éxtasis, entre otras sustancias. Se evidenció que las condiciones en las cuales viven estos jóvenes son difíciles por su situación socioeconómica, oportunidades de estudio y empleo, lo cual los hace más vulnerables. En los adolescentes de 14 a 17 años con 11 meses de edad se comprobó que el consumo de sustancias psicoactivas habitual conlleva a un estilo de vida que implica alteraciones de la alimentación diaria, en cantidad y la calidad de los alimentos consumidos. Estas modificaciones dependen de la sustancia consumida y se puede observar un aumento o una disminución del apetito que a largo plazo se manifiestan como malnutrición. A pesar que en Colombia exista una política pública de seguridad alimentaria y nutricional, la situación de jóvenes en la problemática abordada en el presente estudio, refleja que las acciones que abarcan a esta la población son insuficientes frente a sus necesidades. Finalmente, es de vital importancia garantizar una seguridad alimentaria, velar porque se tenga derecho a un acceso físico y económico, a alimentos suficientes, seguros y nutritivos, para satisfacer las necesidades y preferencias alimentarias, con el objeto de llevar una vida activa y sana. (Paz Vera, 2017).

4. Estudio de caso número cuatro. Hábitos alimentarios, actividad física y estado nutricional en escolares en situación de discapacidad visual y auditiva.

El objetivo del estudio fue identificar hábitos alimentarios, actividad física y estado nutricional de

escolares con discapacidad visual y auditiva. La metodología que se empleó fue descriptiva de corte transversal realizado en niños del Instituto de Ciegos y Sordos de Cali.

Participaron 113 escolares, 34 con discapacidad visual y 79 con discapacidad auditiva. Los instrumentos: cuestionario de Frecuencia de Ingesta Alimentaria, entrevista de hábitos alimentarios, cuestionario de actividad física y medidas antropométricas. Se obtuvo que entre la edad promedio 6,4 años ($DE \pm 2,6$) los menores consumen a diario: arroz blanco (87 %), verduras cocidas (22 %), ensaladas (42 %), leguminosas (19 %), frutas (65 %), huevo (59 %), pollo (49 %), pescado (7 %), leche entera (70 %) y gaseosas (10 %). El 15 % de los menores come solo, el 26,6 % es obligado a comer y el 30,9 % se salta comida. El 88 % de los niños realiza actividad física. El 22 % presentó desnutrición global (peso/edad), el 20,3 % retardo del crecimiento (talla/edad), el 37,1 % sobrepeso y obesidad (IMC/edad). Los niños con discapacidad visual tuvieron mayor porcentaje de desnutrición y retardo del crecimiento, también mostraron mayores porcentajes de sobrepeso y obesidad, comparados con los de discapacidad auditiva, que tenían estado nutricional normal (diferencias estadísticamente significativas, $p < 0,000$).

Podemos concluir que en cuanto al estado nutricional los niños escolarizados que presentaron discapacidad visual reportaron desnutrición leve y mayor riesgo de sobrepeso y obesidad, además de tener mayor riesgo de presentar enfermedades crónicas, relacionado con los antecedentes familiares, el bajo peso al nacer y el consumo de alimentos (Osorio Murillo *et al.*, 2017).

5. Estudio de caso número cinco. Estudio de caso: La gestión de la alimentación escolar en Santiago de Cali y Bogotá D.C.

El objetivo del estudio fue evaluar la gestión de una medida en seguridad alimentaria y nutricional (SAN) en dos ciudades; entendiendo medida como una actividad dirigida a un segmento poblacional en aras de impactar alguna de las dimensiones que contribuyen a que un ciudadano ejerza su derecho a la alimentación. De esta manera, se pretendió aportar al conocimiento de las variables influyentes en la problemática del hambre, contribuir al mejoramiento de la gestión pública en esta área y al que hacer de todos aquellos involucrados en la erradicación de este fenómeno. La metodología aplicada

fue cualitativa, utilizando como técnicas de recolección de información el análisis documental, la observación participante y entrevistas a profundidad con diversos actores para ambos casos seleccionados. En Santiago de Cali hay una serie de debilidades en la gestión que se asocia con un contexto débil en la lucha contra el hambre. Bogotá presenta una gestión encaminada a la realización del derecho a la alimentación que ha contado con un proceso institucional, donde el tema de reducir el hambre se ha vuelto un propósito (Mónica del Pilar *et al.*, 2011).

6. Estudio de caso número seis. *Incidencia de la inseguridad alimentaria y sus factores asociados en hogares cafeteros de Caldas y Nariño.*

El presente estudio buscaba identificar los factores que influyen en la Inseguridad Alimentaria de los hogares cafeteros. Se partió de una caracterización de los hogares que han sido afectados por dicho problema. Se evaluó el efecto de algunas variables sobre las condiciones de seguridad alimentaria de las familias cafeteras, cuyas familias presentaron problemas de Inseguridad Alimentaria ya que, ya que se encontró que el 7,5% de los hogares han tenido problemas con la disponibilidad insuficiente de alimentos, siendo afectadas por la reducción de las áreas de siembra en café. (Castellanos *et al.*, 2013).

Resultados: El problema de inseguridad alimentaria afecta un 7.5% de los hogares cafeteros de Caldas y Nariño, es decir, estos hogares manifestaron comer menos de lo acostumbrado al menos una vez en el año. Se puede observar que la mayoría de los problemas de Inseguridad Alimentaria está asociada al tamaño de la tierra. En efecto, mientras que el 9.4% de los productores con una hectárea o menos reportó tener inconvenientes de disponibilidad de alimentos, estos fueron reportados por apenas el 4.1% de los productores con fincas de mayor área (mayor o igual a 5 ha). Conclusión: A partir de las características de los productores y de sus fincas, se concluye que los que tienen menores áreas de tierra destinadas a la siembra de café, bajos ingresos dependientes del café, menor especialización en café y menor productividad presentan más frecuentemente problemas de inseguridad alimentaria. La evidencia de esto se refleja en los resultados del modelo econométrico, que sugiere que las fincas que dedican mayores recursos

a la producción cafetera tienen menos probabilidades de sufrir problemas de inseguridad alimentaria.

Según estos resultados, las políticas institucionales que busquen mejorar el acceso de los productores cafeteros a alimentos deben enfocarse en el incremento de la productividad a la vez que se usen mayores áreas de la finca en la producción de café. También se deben implementar políticas de choque como la producción de alimentos principalmente en los meses en que no hay cosecha cafetera mediante “huertas caseras” para mitigar el problema de seguridad alimentaria y liberar parte de los ingresos que se utilizarían para la compra de alimentos.

6. Conclusiones

Colombia es uno de los países más grandes productores de alimentos, es capaz de suplir los requerimientos nutricionales de toda su población; sin embargo, la presencia de desnutrición y subnutrición se evidencia por la desigualdad en cuanto al acceso y disponibilidad a los alimentos causado en su gran mayoría por sus bajos ingresos.

La presencia de desnutrición y subnutrición se explica por la desigualdad de acceso a los alimentos derivada de los bajos ingresos de la población. Lo que se hace necesario para combatir las causas del hambre por medio de programas que generen empleo, así como la instauración de políticas enfocadas al mejoramiento de la seguridad alimentaria y nutricional de la población colombiana, teniendo en cuenta las áreas de la salud, nutrición, alimentación, agricultura, educación, comunicación, el medio ambiente, entre otras. Además de capacitar a la población acerca del concepto de una alimentación sana y adecuada para así lograr un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles con los que se cuenta.

Conforme a lo reportado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016), Colombia es uno de los países más atrasados en la región respecto al cumplimiento en cuanto al cumplimiento de los objetivos del desarrollo del milenio, según el informe *del estado de la Inseguridad Alimentaria en el mundo* para el 2015, pese a los progresos generales, queda mucho trabajo por hacer para

conseguir erradicar el hambre y lograr la seguridad alimentaria en todas sus dimensiones.

7. Bibliografía

- [1] Acción Contra el Hambre (2017). Seguridad Alimentaria y medios de vida.
- [2] Albares y Suarez. (2011.): La agenda africana de desarrollo: el papel de España y la Unión Europea. Fundación Carolina.
- [3] Álvarez-Uribe M. C.; Estrada Restrepo A. & Fonseca Centeno Z. (2010). Caracterización de los hogares colombianos en inseguridad alimentaria según calidad de vida. *Salud pública* 12 (6) Bogotá.
- [4] Álvarez Uribe M. C., Restrepo Betancur L. F. (2003) La variedad de alimentos disponibles en el hogar: metodología para identificar vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria y nutricional en hogares campesinos. *Respyn* 4 (4). Colombia. 2.
- [5] Álvarez Uribe M.; Estrada Restrepo A. & Fonseca Centeno Z. (2010). Caracterización de los hogares colombianos en inseguridad alimentaria según calidad de vida. *Rev. Salud Publica*.12 (6). Universidad de Antioquia.
- [6] Banco Mundial BIRF-AIF. (2015). Grupo del Banco Mundial: Trabajar para poner fin a la pobreza extrema y el hambre: Objetivos de desarrollo del milenio.
- [7] Banco Mundial & FAO. (2017). Análisis de la Pobreza y la Seguridad Alimentaria Nutricional en Nicaragua. CAPITULO II: Vulnerabilidad, pobreza e inseguridad alimentaria.
- [8] Cardoza Rivera I. G. & Castañeda García J. E (2010). Pobreza extrema y política nacional de seguridad alimentaria y nutricional en el Salvador. Universidad Centroamericana.
- [9] Castaño López J. A. (2016) La presión demográfica sobre la tierra en Toribío, Cauca (Colombia). *Colomb. Soc.* 39(2) Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia.
- [10] Castellanos J. F.; Morales A. M.; Ochavo V. G. (2013). Incidencia de la inseguridad alimentaria y sus factores asociados en hogares cafeteros de Caldas y Nariño. *RegionES* 8(2).
- [11] Centro de Información de las Naciones Unidas (CINU). (2017). FAO: Frenar las plagas y enfermedades en la cadena alimentaria requiere una acción concentrada.
- [12] Consejo Nacional de Política Económica Social. (2008). Política nacional de seguridad alimentaria y nutricional (PSAN). Colombia. 1- 48
- [13] Comité de Seguridad Alimentaria Mundial (CFS). (2012). Terminología: Seguridad Alimentaria, Seguridad Nutricional, Seguridad Alimentaria y nutrición, Seguridad Alimentaria y nutricional. Roma.
- [14] Defensoría del pueblo. (2011). Evaluación de la seguridad alimentaria y nutricional en las poblaciones vulnerables de Colombia. Sistema de Alerta Temprana.
- [15] Machado-Duque E.; Calderón-Flórez M., y Machado-Alba. (2014). Determinantes socioeconómicos, inseguridad alimentaria y desnutrición crónica en población desplazada de primera infancia, Pereira, Colombia. *Rev. Méd Risaralda*. 20 (1): 3-8.
- [16] FAO (2012). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe 2012. *América Latina, Caribe*. 31, 32.
- [17] FAO. (2011). La seguridad alimentaria: información para la toma de decisiones. 2, 1
- [18] FAO. (2017, Abril 4). Actualidad del medio ambiente: La inseguridad alimentaria empeora para 108 millones de personas.
- [19] FAO. (2017). Plagas y enfermedades de las plantas.
- [20] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). Cuestiones éticas en los sectores de la alimentación y la agricultura. DEpositos de documentos de la FAO Roma.
- [21] Gonzales Contró M.; Mercer Raúl & Minujin Alberto. (2016). Lo esencial no puede ser invisible a los ojos: Pobreza e infancia en América Latina. Universidad Nacional Autónoma de México.
- [22] Ibáñez A. M.; Velásquez A. (2006, septiembre). El proceso de identificación de víctimas de los conflictos civiles: una evaluación para la población desplazada en Colombia. Universidad de los Andes.
- [23] Jaramillo Mantilla M. (2013). Trabajo infantil. El caso de "El Prado" en Bogotá, D. C. Colombia. Universidad de Salamanca.
- [24] Laorden Escudero M. (2016). La crisis alimentaria: un estudio introductorio Universidad de Valladolid. Segovia.
- [25] Lozano Ramírez J.J. (2016). La actuación femenina en la adaptación al cambio climático en el espacio urbano. Un estudio de caso en la Amazonía peruana. *Revista crítica de ciencias sociales* 11. Pontificia Universidad Católica del Perú. p 7.
- [26] Mónica del Pilar Díaz; Montoya I. A.; Montoya L. A. (2011). Estudio de caso: La gestión de la alimentación escolar en Santiago de Cali y Bogotá D. C. *Rev. Salud* 13(5). Universidad Nacional de Colombia.
- [27] Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. (2005). Encuesta nacional de Seguridad Alimentaria en hogares rurales de municipios vulnerables. Bolivia.
- [28] Muriel Martínez C. (2015). Asistencia alimentaria y capacitación a población vulnerable proyecto de inversión para el fortalecimiento y rediseño de un comedor comunitario en el sector Yomasa, localidad DE Usme, Bogotá distrito capital Universidad Abierta y a Distancia. Bogotá.
- [29] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2017). Genero.
- [30] Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. (2016). El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015.
- [31] Osorio Murillo O.; Parra Gonzales L. M.; Henao Castaño M. H.; Fajardo Ramos. (2017). Hábitos alimentarios, actividad física y estado nutricional en escolares en situación de discapacidad visual y auditiva. *Revista Cubana de Salud Pública*. 43(2). Universidad Libre de Cali. Universidad Nacional de Colombia. Universidad del Tolima.
- [32] Pascual Ramos, A., (2014). Las causas estructurales de la inseguridad alimentaria en África del Este: un acercamiento a los factores socioeconómicos, políticos y culturales que obstaculizan el acceso al alimento en la región. *África del Este*. 35, 42, 79.

- [33] Paz Vera L. M. (2017). Evaluación de la seguridad alimentaria y nutricional en los adolescentes con consumo de sustancias psicoactivas en situación de conflicto con la ley, Bogotá - Colombia. p, 24.
- [34] Perafán Ledezma. A. L., Martínez Dueñas W. A. (2016). Biopoder, desarrollo y alimentación en El Rosal, Cauca (Colombia). *Rev Colomb. Soc.* 39(2). 183-200
- [35] Pico Fonseca S. M., Pachón H. (2012). Factores asociados con la seguridad alimentaria en un Municipio Rural del norte del Cauca, Colombia. *Archivos latinoamericanos de nutrición órgano oficial de la sociedad latinoamericana de nutrición* 62(3). 227-232
- [36] Programa Mundial de Alimentos. (2017, Febrero 10). Plan estratégico para Colombia (2017-2021). p 1, 21. Roma.
- [37] Programa Mundial de Alimentos. (2009). Manual para la evaluación de la Seguridad Alimentaria en emergencias.
- [38] Programa Mundial de Alimentos. (2017). Luchando contra el hambre en el mundo.
- [39] Quizán Plata T; Castro Acosta M. L; Contreras Paniagua A. D.; Socorro Saucedo & Ortega Vélez I. (2012). Inseguridad Alimentaria: Experiencias en familias de bajos recursos del Noreste de México. *Ciencias Biológicas y de la Salud.* 15(2). Universidad de Sonora. México.
- [40] Redacción Blu Radio. (2016, Febrero 15). FAO revela preocupantes índices de desnutrición crónica de niños colombianos. Bogotá.
- [41] Rodríguez M. F., Acevedo F. A., Calderón G. M, López R. Diana del Socorro., González R. P. (2015). Riesgo nutricional e inseguridad alimentaria en una población infantil del municipio de Soacha. *Rev. Colomb. Enferm* 11. Bogotá.63-72.
- [42]
- [43] Rosso M.A.; Wicky M. I.; Nessier M. C. & Meyer R. (2015). Inseguridad alimentaria en la ciudad de Santa Fe: percepción de los ciudadanos. *Salud colect.* 11(2). Argentina.
- [44] Sara E, Del Castillo, Gonzalo A. Patiño Y Oscar F. Herrán. (2012). Inseguridad alimentaria: variables asociadas y elementos para la política social
- [45] Posligua Mosquera A. K. (2013). Seguridad alimentaria en el Ecuador. Universidad de Guayaquil.
- [46] Secretaria de planeación, Alcaldía mayor de Bogotá. (2012). Seguridad alimentaria y nutricional en Bogotá. Bogotá. 1-37.
- [47] Telesur tV. (2016, Febrero 24).Colombia: inseguridad alimentaria afecta al 42.7% de la población.
- [48] Telesur tV. (2015, Abril 17).Inseguridad alimentaria afecta a la etnia Wayúu de Colombia.
- [49] United Explanations the easy way to understand international affairs. (2015, Octu 22). 5 claves para comprender la inseguridad alimentaria en el mundo.
- [50] Vega Macedo M.; Levy Shamah T.; Roldan Peinador R.; Gómez Humaran I. M; Quiñonez Melgar H. (2014). Inseguridad alimentaria y variedad de la alimentación en hogares mexicanos con niños menores de cinco años. *Salud pública de México* 56.
- [51] Villarreal Gómez, A., Ortega Angulo, K. (2014). Revisión de las características y usos de la planta moringa oleifera. *Investigación & desarrollo* 22(2). Cartagena. 309-330.

Estado actual de los desperdicios de frutas y verduras en Colombia

Current status of fruit and vegetable residues in Colombia.

Maritza Marcela Martínez Anaya¹, Jelen Cáterin Quintero Pechene²
^{1,2} Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Popayán – Facultad de Ingenierías
¹maritza.martinez@campusucc.edu.co,²jelen.quinterop@campusucc.edu.com

Resumen—El presente artículo expone el estado actual del desperdicio de frutas y verduras en Colombia, y el impacto que está generando en diferentes ciudades del país durante los últimos años, siendo las cadenas de suministro las que inciden directamente en el despilfarro de los alimentos. La revisión se elaboró a partir de la búsqueda bibliográfica de fuentes primarias como libros, revistas científicas electrónicas y mediante fuentes secundarias como la consulta de bases de datos y fuentes documentales generadas por el gobierno como el DNP (Departamento de planeación nacional), Congreso de la república de Colombia, Ministerio de agricultura y la FAO, se empleó temas relacionados con el desperdicio de frutas y verduras, residuos orgánicos y cadena de abastecimiento. Dado que el desperdicio ha incrementado en departamentos como Santander, Norte de Santander, Cundinamarca y Boyacá, debido a que se desperdicia gran cantidad de comida siendo uno de los mayores índices en el país. Por ello es importante crear consciencia sobre la importancia de evitar el desperdicio y mejorar el manejo de alimentos en el país.

Palabras claves— Alimentos, Cadena de abastecimiento, Consumidor, Reducir, Inseguridad Alimentaria.

Abstract—This article presents the current state of the fruit and vegetable waste in Colombia and the impact it has been generating in different cities of the country during the last years, with the supply chains directly affecting the waste of food. The review was based on the bibliographical search of primary sources such as books, electronic scientific journals and secondary sources such as database queries and documentary sources generated by the government, such as the DNP (National Planning Department), Congress Republic of Colombia, Ministry of Agriculture and FAO, issues related to the waste of fruits and vegetables, organic waste and the supply chain were used. Since the waste has increased in departments like Santander, Norte de Santander, Cundinamarca and Boyacá, due to the large amount of food being wasted being one of the highest indices in the country. It is therefore important to raise awareness of the importance of avoiding waste and improving food management in the country.

Keywords— Food, Supply Chain, Consumer, Reducing, Food Insecurity

1. Introducción

Colombia es un país altamente rico en recursos naturales, es por ello que la industria frutícola y hortícola tiene una “gran oportunidad de desarrollo debido a las condiciones especiales que se prestan para que su proceso de cosecha sea altamente efectivo”. (REVOLLO & SUAREZ; 2009), dado que el aumento a nivel de desperdicio en los últimos años se ha convertido en un tema de gran importancia debido al impacto ambiental, social, y económico que está generando, puesto que desperdician grandes cantidades de frutas y verduras que son aptos para el consumo humano, pero terminan por ser arrojados, por tal motivo en Colombia surgió la necesidad de crear leyes, programas y organizaciones para mitigar esta problemática. Siendo el Congreso de la

república un pilar fundamental que lidera esta campaña creando iniciativas que promueven el buen manejo de estos alimentos, por esto es importante que la industria alimentaria debe prestar mayor atención en las medidas para la seguridad de los alimentos debido a que estas promoverán protección a los alimentos a lo largo de la cadena de suministro. Otra entidad encargada es ABACO una asociación de bancos de Colombia que trabaja por la recuperación, reaprovechamiento y distribución equitativa de alimentos para ayudar a la población más vulnerable del país.

Considerando lo anterior se realizó una revisión cuyo objetivo fue exponer el estado actual del desperdicio de las frutas y verduras en Colombia. La revisión se elaboró a partir de la búsqueda bibliográfica de fuentes primarias

como libros, revistas científicas electrónicas y mediante fuentes secundarias como la consulta de bases de datos y fuentes documentales generadas por el gobierno como el DNP (Departamento de planeación nacional), Congreso de la república de Colombia, Ministerio de agricultura y la FAO, La estrategia de búsqueda bibliográfica, fue documentar 50 artículos de las bases de datos multidisciplinarias como Ebrary y Redalyc, utilizando los descriptores desperdicio de frutas y verduras, residuos sólidos, cadena de abastecimiento, en el año de 2017. Los criterios de selección de los documentos fue utilizar artículos científicos de investigación y revisión de los últimos 13 años y las fuentes documentales generadas por el Gobierno en el año de 2016 entre las que se encuentra la FAO, Ministerios De Agricultura. Para la clasificación de la información se elaboró un cuadro de los hallazgos más importantes encontrados del tema “posibles efectos negativos que conlleva el desperdicio de las frutas y verduras” de cada autor y luego se realizó la redacción y análisis de la revisión.

2. Frutas y verduras

El Ministerio de la Protección Social de la República de Colombia realiza la siguiente recomendación “Las frutas y las hortalizas- verduras son importantes por el aporte de vitaminas, minerales. Se recomienda consumir la fruta entera y consumir al día cinco porciones entre frutas y hortalizas (combinando colores en la selección de frutas y hortalizas-verduras)” (MSPS & FAO; 2012) Se estima que la producción obtenida de “frutales en Colombia desde el 2001 hasta el 2012, con un incremento del 50% en la producción y un crecimiento promedio anual del 3,87% y observa que la producción de hortalizas aumento del 9,66% desde el 2001 hasta el 2012, y un crecimiento promedio anual del 1,2%, con una incremento destacado del 9,5% entre el 2011 y 2012”. (PROCOLOMBIA; 2014). Siendo los frutales, los cultivos que más generan volúmenes significativos en la producción nacional son: plátano (47%), cítricos (14%), piña (7%), banano (4%), aguacate (3%), mango (3%) y papaya (3%) con un total de 81% y en los sectores hortícolas son la papa, el tomate, cebolla cabezona, zanahoria y repollo que en conjunto equivalen al 93%. (CACUA; 2015)

2.2. Desperdicio

El desperdicio alimentario (DA) encontramos numerosas definiciones según Ministerio de Agricultura,

Alimentación y Medio Ambiente de España lo define como “el conjunto de alimentos o bebidas, que, siendo aptos para el consumo humano, terminan por no ser consumidos” (Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente; 2015), cabe recalcar que todo alimento es apto para el consumo, pero gran parte de estos alimentos son desechados en especial frutas y verduras debido a diferentes factores como su maduración, transporte o sistema de refrigeración, en fin existen diferentes factores que influyen en el desperdicio. La (FAO; 2015) lo define como “Diminución de la cantidad o calidad de los alimentos”. es importante recalcar que en los últimos años el nivel de desperdicio ha aumentado considerablemente debido a que no existe conciencia sobre la gran problemática que se está presentando a nivel nacional e internacional siendo así un tema que genera gran impacto no solo en la sociedad sino también a nivel económico. Y La EPA (Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.) hacen énfasis en aquellos alimentos que se desechan en el hogares o establecimientos comerciales lo que conlleva a que exista un despilfarro. (Gonzales, 2015)

Dado que el desperdicio se ve reflejado en la seguridad alimentaria, debido a los manejos inadecuados de los recursos en especial los agricultores quienes son los más afectados ya que aumentan los gastos en agua, energía, fertilizantes y la tierra entre otros, siendo que el consumidor no analiza el impacto que esto repercute a nivel económico (Cuesta, 2014). Podemos decir que el principal eslabón de la cadena de suministro es la distribución y consumo. (Wyman, 2014)

2.3. Causas del desperdicio

Como se puede observar el desperdicio corresponde al 46% en países desarrollados en las etapas de procesamiento, distribución y consumo. (RIA; 2013). Existen diferentes factores predominantes para que se presente el despilfarro (BASSO, et al, 2016), las principales causas en la etapa de distribución tenemos: Aumento producción alimentaria, mayor exigencia estética del mercado, ineficiencias en la gestión de almacenes e inventarios, Daños en el embalaje, Estrategias de marketing (2 al precio de 1) que promueven compras excesivas, falla en la cadena de frío. Para cumplir con su compromiso de frescura máxima con sus clientes, o simplemente porque su envase presenta

una pequeña deficiencia como puede ser una abolladura o rotura de embalaje que impide su venta. (REVISTA ESPOSIBLE; 2015). Las principales causas de desperdicio alimentario en el hogar son: preferencia por algunas partes de los alimentos que lleva a desechar otras, falta de planificación en las compras, escaso conocimiento de los productos, conservación y envoltorios inadecuados, confusión sobre las indicaciones de la etiqueta “consumirlo preferentemente antes” y “consumirlo antes de” (HUDSON & MESSA; 2013), ritmo de vida, una mala interpretación de las fechas de caducidad, cantidades de alimentos servidas que no se ajustan a las necesidades. (MONTAGUT & GASCON; 2014).

2.4. Desperdicio de frutas y verduras

El desperdicio es considerado como aquellos productos que no son aprovechados durante la cadena de abastecimiento, como la etapa de distribución y consumo así mismo en los hogares, restaurantes, cafeterías, cocinas institucionales, galerías, supermercados, tiendas minoristas etc. No cabe duda que el despilfarro en los países industrializados causa un gran problema de manera que los minoristas y consumidores son quienes más arrojan los alimentos comestibles (FAO; 2012).

La FAO es una organización que se enfoca en mitigar el desperdicio, ya que algunas investigaciones han generado diferentes reacciones en los medios académicos, vinculadas a la intervención social (SANCHEZ, 2014), dado que en el 2016 se realizó un llamado de alerta al desechar 348 mil toneladas de alimentos por día, con lo cual se podría alimentar al 37% de quienes sufren de hambre a nivel mundial. (Prensa libre, 2016). Actualmente se producen alimentos suficientes para alimentar a la población en general, aun así, existen 850 millones de personas que padecen de hambre, mientras que 1.400 millones de personas padecen de sobre peso u obesidad (CECU, 2015). Para algunos como los que viven en la pobreza o que sus ingresos son limitados es inaceptable que desperdicien algún tipo de alimento en especial las frutas y verduras. (RIA, 2013) Recordemos que el desperdicio se presenta cuando no se planifican las compras, así mismo la falta de conciencia por parte de los consumidores, y en cuanto al proceso de preparación del alimento se dejan de lado muchos comestibles en perfecto estado, (Universidad Talca, 2011), (CEOC, 2011) además se descartan alimentos que no cumplen

con las características estéticas que requiere el consumidor, o los cambios en sus preferencias, o por porque su fecha de límites de consumo se aproxima son algunas causas que influyen al desperdicio de frutas y verduras. Debido a que los alimentos son desechados, gran parte de los recursos invertidos para la producción, cosecha, procesamiento de la cadena de suministro de alimentos y comercialización, (FAO, 2015), durante la producción agrícola es donde se produce la mayor pérdida de alimentos causadas por daños mecánicos o por factores que afectan como el cambio climático en consecuencia el daño en los cultivos y favoreciendo el deterioro de los alimentos y el desperdicio convirtiéndose en un grave problema para Colombia ya que es de suma importancia combatir y mitigar el hambre y así aumentar los ingresos contribuyendo a mejorar la seguridad alimentaria que ha sido afectada por el mal manejo de los alimentos.

3. Resultados

3.1. Niveles de desperdicio en América Latina y el Caribe

De acuerdo con la FAO. Se estima que el “6% de las pérdidas mundiales de alimentos se dan en América Latina y el Caribe. Cada año, la región pierde y/o desperdicia alrededor del 15% de sus alimentos disponibles. Los eslabones de la cadena donde más se pierden y desperdician alimentos en América Latina y el Caribe son a nivel de producción y consumidor. El 28% de los desperdicios ocurren a nivel del consumidor; el 28% de las pérdidas a nivel de producción, el 17% de los desperdicios ocurre en mercado y distribución y el 22% de las pérdidas se dan durante el manejo y almacenamiento y el 6% restante a nivel de procesamiento”. (FAO, 2013). Mientras que el alto poder adquisitivo y la no conciencia del consumidor conllevan un alto desperdicio de alimentos en los países industrializados.” (RIA; 2013)

3.2. Niveles de desperdicio en Colombia

Se dice que los países en desarrollo son donde se presentan mayor pérdida de alimentos, está ligado a la etapa de la cadena alimentaria en cuanto al almacenamiento, refrigeración y transporte dando como resultado el desecho de estas frutas y verduras, a manera global existe un 50% de desperdicio ya que en gran parte es debido a los eslabones de la producción y consumo. (MAZARIEGOS, 2016).

La pérdida y desperdicio en “Colombia al año aproximadamente se pierde y de desperdician el 34% (9,76 millones de Toneladas) de los alimentos siendo el 22% (6,22 millones Toneladas) el cual se pierde, y el 12% (3,54 millones) se desperdicia. Y aproximadamente el 58% (6,1 millones de Toneladas) son de frutas y verduras” (DPN, 2016)

Según el Ministerio de Salud y la FAO (2012), en Colombia, durante el año 2010 se desperdiciaron en la poscosecha. Esta cifra equivale al 39 % total de la oferta de frutas y verduras de ese año. De esta pérdida total, el 32 % correspondía a frutas (1.154.923 toneladas) y el 7 % a verduras (272.009 toneladas) (DPN; 2016)

3.3. Regiones de Colombia con mayor desperdicio

Según en la región Centro Oriente, que está conformada por los departamentos de Santander, Norte de Santander, Cundinamarca y Boyacá también aparece de primera en cantidad de comida que se desperdicia, es decir, la que va a la basura en las etapas de consumo y retail. En esta región se desperdician 1.708.919 (48,3%) toneladas de comida.

En segundo lugar, está la región Eje Cafetero (Antioquia, Risaralda, Caldas y Quindío) con 646.654 (18,3) toneladas de comida desperdiciada.

En tercer lugar, se encuentra la región Pacífico (Chocó, Nariño, Cauca, Valle del Cauca), con 488.539 (13,8%) toneladas de comida desperdiciada.

En cuarto lugar, se encuentra la región Caribe (Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, San Andrés y Sucre). En esta región se desperdician 472.844 (13,4%) toneladas de comida al año.

En quinto lugar, se encuentra la región Centro Sur (Tolima, Huila, Caquetá, Putumayo y Amazonas) en la que se desperdician 146.724 (4,2%) toneladas al año.

Por último, está la región Llanos (Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vaupés y Vichada) con 71.031 (2,0%) toneladas de comida desperdiciada. (ELTIEMPO; 2007) (DPN, 2016)

3.3.1. Bogotá

En la ciudad de Bogotá existe 39 plazas de mercado, 19 de ellas son propiedad del distrito y 20 son privadas. (BARON & LIÉVANO. 2014). Donde se genera gran cantidad de residuos orgánicos, los cuales crean un mal aspecto en sitios públicos, igualmente contribuye a la proliferación de plagas y enfermedades, es por ello que

surge la necesidad de implementar un manejo adecuado de estos desperdicios.

Algunos estudios realizados por la Universidad Piloto de Colombia en el año de 2014 en la plaza de mercado Las Flores en la ciudad de Bogotá, es considerada como la segunda plaza de mercado más grande de Bogotá, cuenta con 92 locales destinados a la comercialización de frutas y verduras por consiguiente el volumen de residuos generados al mes es de 18 m³, estos componen el 14% de frutas y verduras mayor al 50%. Debido al impacto que esto genera se desarrolló un plan de mejora la cual consiste en: definir cuáles son las plazas de mercado, posteriormente evaluaron los impactos más relevantes y realizaron una propuesta en pro de la mejora.

En este estudio se evidenció que la plaza de mercado las flores debido a las malas prácticas de manejo generaban gran cantidad de desperdicios, así mismo se desconocía el aprovechamiento que se puede realizar de los residuos, dando como resultado establecer parámetros con el fin de sensibilizar y concientizar sobre las actividades desarrolladas en la plaza de mercado las flores basándose en la normatividad. (BARON & LIÉVANO. 2014).

La plaza de mercado del doce de octubre, hace parte de las plazas distritales en la ciudad de Bogotá, en sus instalaciones cuenta con 2 locales de frutería y 119 puestos de pisos ocupados en la venta de frutas y verduras, generando 1.8 Toneladas por día, entre ellos verduras y hortalizas con el (74,73%) y en frutas el (24.75%), la mayoría de estos son vendidos como lavaza para alimentos de animales, según un diagnóstico realizado por la Universidad Distrital Francisco José Caldas. (GODOY & JOYA, 2016) en ella se encuentra variedad de frutas y verduras, entre otros productos. Ya que es lugar frecuentado por ciudadanos, por lo cual se evidencia un volumen considerado de residuos sólidos, teniendo en cuenta que no se está aplicando los requisitos de la normatividad exigida la cual menciona que cada plaza de mercado debe contar con un plan de gestión integral de residuos, en cuanto a manejo, tratamiento y disposición final. (RAMÍREZ & SUAREZ. 2016)

Otro estudio realizado por Universidad Distrital Francisco José Caldas, se evidencio que la plaza de mercado viene participando en proyecto piloto que inicio en el año 2015 para el manejo y aprovechamiento de los residuos el cual pretende dar un uso al 80% generados y así minimizar los daños ambientales con el fin de maximizar el aprovechamiento y minimizar los impactos

ambientales. Además, realizaron un estudio sobre si conocían sobre el aprovechamiento que se realizaba las frutas y verduras que se desperdiciaban las cuales el 74% no conoce sobre el aprovechamiento de estos residuos, y el 26% si conoce algunos usos que se le dan a estos desechos, lo cual determina el poco conocimiento que se tiene en cuanto al valor agregado que se le puede dar a este tipo de residuos. Se aspira que con una debida aplicación de la normatividad en la plaza de mercado del doce de octubre se garantice un adecuado manejo de residuos sólidos, lo cual se recomienda incluir a otras organizaciones para el aprovechamiento de los desperdicios. (Ramírez & Suarez, 2016)

En la plaza de mercado republica de Fontibón, D.C. se realizó una encuesta con el objetivo de elaborar y diseñar las estrategias, la cual involucra al gobierno, administración de la plaza, empresa de aseo, comerciante o tenderos, etc. En el cual se han implementado procesos como la elaboración de compostaje al ser de buena calidad y cantidad. Ya que se dice que las frutas y verduras son las de mayor comercio, las cuales durante 6 días realizaron una caracterización de los residuos dando como resultado 360,3 kg (31,3 %) y 503,5 kg (55,4 %), las cuales son aprovechables, con el fin de generar estrategias que se han aprovechables, para contribuir al desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida. (SALAMANCA, 2014).

Plaza de mercado Kennedy produce promedio 0,90 toneladas por día, entre ellos Vegetales y hortalizas (62,5%) y frutas (15,5%), de residuos sólidos. Actualmente los alrededores de la plaza de mercado, se observa una mejor infraestructura especialmente en los andenes y vías públicas, se evidencia bajos índices de invasión del espacio público. La plaza mercado Trinidad Galán se encuentra en la localidad de puente Aranda degenera 24.75 Kg/día con un 5,2% en frutas y 334,25 Kg/día con un porcentaje 72.5%, hace que se desencadenen problemáticas ambientales, se evidencia inadecuado manejo de residuos en espacio público y malos olores. (GODOY & JOYA, 2016)

3.3.2. Santander

La plaza de mercado ubicada en el municipio de Lebrija, Santander, se considerada como una de las principales comercializadoras de frutas y verduras para la canasta familiar en la ciudad, el desarrolló metodológico se basó en una investigación cuantitativa de tipo descriptivo por

ende se determinó que la generación residuos sólidos, es una problemática que viene afectando a la comunidad debido al mal manejo de los productos, inadecuada manipulación y almacenamiento; siendo los de tipo orgánico los más representativos identificados como restos de frutas y verduras 25.7%, cascara 13.2%, y comida cocida 3%, para un total de este tipo de residuos del 41.9%; (TERÁN & MEDINA, 2016), siendo uno de los mayores índices de crisis de desperdicio de materia orgánica que viene presentando la plaza de mercado en Lebrija Santander.

3.3.3. Córdoba

La plaza de mercado CEREABASTOS ubicada en el municipio de Cerete-Córdoba; según una investigación realizada por Pontificia Universidad Javeriana en el año 2009, determino que la plaza Cereabastos produce la mayor cantidad de residuos estos están relacionados con los restos de comidas cocidas, cascara, frutas y verduras debido a que representa el 52% que son el resultado del proceso de elaboración y siendo el 45% corresponde a frutas y verduras siendo estas las que componen el mayor desperdicio en la plaza de mercado Cereabastos. (LOPEZ; 2009) el cual buscaban mitigar los impactos generados por este tipo de residuos debido a su mal manejo para atenuar estos problemas es por eso que se pretende promover estrategias para el aprovechamiento de los desperdicios generados.

3.3.4. Cúcuta

La Nueva Sexta es uno de los centros de acopio más importantes de la ciudad de Cúcuta, el cual se identificaron y cuantificaron los alimentos agrícolas que ingresan al establecimiento, al igual que los residuos que estos generan en el proceso de comercialización, los altos porcentajes de generación de residuos que corresponden con un total del 11% siendo con mayor índice el brócoli (27%), mazorca (23%), Coliflor (22%) y frutas (22%). (CACUA; 2015) Esto se presenta según porque no tienen sistemas de manejo de conservación de frutas y verduras, provocando grandes desperdicios. Para mitigar este problema pretenden establecer y aplicar planes de mejoramiento capacitando al personal sobre el manejo de este tipo de alimentos.

3.3.5. Manizales

La plaza de mercado local de Manizales, genera residuos sólidos en mayor parte con un 20% entre ellos están las

papas, naranjas, mandarinas, papayas y las hortalizas (cebolla, repollo) con porcentajes superiores al 15%. Se producen diariamente en este sector, sobre todo de origen vegetal están constituidos por frutas y verduras que no alcanzan la calidad necesaria para su comercialización debido a su alto estado de madurez u otras causas. (CARDONA et al; 2004)

3.3.6. Antioquia

Un estudio realizado por la Universidad de Manizales en el año 2013 pretendió caracterizar los productos por su volumen y su generación de residuos orgánicos que más se producen en la Central Mayorista de Antioquia (CMA) esta encuentra ubicada en el barrio Santa María del municipio de Itagüí. Los cuales identificaron que las más abundantes por volumen de residuo fueron las frutas de mango y banano representando el 7% y el 5% el desperdicio generado, debido a incorrecto manejo en labores de cargue y descargue, implican amallagamientos de fruta y aceleramiento de su maduración, el aumento de temperatura ocasionado en la fruta el deterioro y déficit de Infraestructura para el sector donde pocas condiciones garantizan un buen almacenamiento por parte del comerciante. Se busca alternativas para generar un impacto positivo al medio ambiente y así mismo darle un valor agregado, siendo que obtuvieron 29 toneladas de estos residuos sólidos, los cuales son aprovechables. (MEJÍA & RAMÍREZ. 2013)

3.3.7. Cauca

La universidad de EAN realizo una investigación en el municipio de Popayán determinaron que un 60% de los residuos generados a nivel regional, se encuentra los desechos orgánicos o también conocidos como residuos alimentarios, que se refieren a todos los desechos de origen biológico de fácil descomposición. Entre estos desechos podemos catalogar una gran cantidad de residuos generados en los hogares, como: Restos de frutas y verduras, bolsitas de té, cascaras de verduras, tierra, restos de pan. Una de sus estrategias es la implementación como la elaboración de compostaje etc. (MELO, 2013).

3.3.8. Neiva

La central minorista de mercado “mercaneiva” del municipio de Neiva Se realizó un estudio sobre los residuos generados con el propósito de identificar alternativas para la mejora de la recolección, disposición

y aprovechamiento de éstos. Encontrándose con un 38% restos de frutas y verduras de las cuales son 60,6 kg (verduras, cascaras, vástagos, frutas), los cuales son más evidentes los días martes y jueves por ser días en los que llegan los productos frescos y se disponen a organizar sus puestos para el fin de semana (DUQUE, & FERNÁNDEZ. 2016) Durante los últimos años las industrias juegan un papel importante en cuanto al desperdicio de frutas y verduras, esto debido a prácticas inadecuadas en cuanto a la cadena de suministro. (GONZÁLEZ, 2015).

3.3.9. Valle Del Cauca

Según investigaciones realizadas por Universidad Autónoma de Occidente en el corregimiento ocho de Buenaventura, uno de las frutas que más se desperdicia es el borojo durante el proceso de post cosecha. Que son relativamente bajos cercanos al 4% (OROBIO & GIRALDO. 2013). En la ciudad de Cali la plaza de mercado Santa Elena, no existe como tal una infraestructura física donde se concentre la venta de frutas, verduras y productos concernientes a una galería, sin embargo, la actividad económica está reflejada en las afueras de la plaza, dichas bodegas se concentran en la venta de grano, frutas y verduras, de las cuales se destacan seis bodegas principales, por su tamaño y comercialización. La galería emite diariamente 30 toneladas de desecho, por lo tanto, la planta para poder disminuir el impacto ambiental se encargará del 33.33% de los desechos orgánicos de la galería según (RENDON; 2013)

3.3.10. Valledupar

Según una auditoría realizada por la alcaldía municipal de Valledupar se encontró que en el municipio se genera a aproximadamente el 80,98 % de residuos de materia orgánica en la que podemos encontrar residuos de alimentos y cascaras entre otros. (TRUJILLO; 2010)

“La nueva cultura tiene gran parte de responsabilidad en la situación actual, con la globalización el pensamiento occidental se esparció a una gran parte del planeta dejando como consecuencia grandes cambios entre ellos, el aumento de residuos, los cuales son en su mayoría considerados como desperdicios dentro de la población y desechados de manera indiscriminada”. (CALDAS, 2016).

4. Conclusiones

Durante la investigación realizada se obtuvo las siguientes conclusiones:

- El conocimiento sobre el desperdicio en Colombia es limitado y disperso.
- La inseguridad alimentaria se puede disminuir mediante el aprovechamiento de alimentos, que perfectamente comestibles son descartados por sus condiciones estéticas y de calidad llevan a los minoristas y consumidores a hacer rechazados.
- El enorme desperdicio que se genera en Colombia indica que se compra mucho más de lo que realmente se consume. Una gran cantidad de desperdicio de comida es resultado de la falta de concientización de los consumidores
- Las limitaciones técnicas financieras y estructurales en las cadenas de suministro inciden directamente en el deterioro de las frutas y verduras.
- En Colombia la política institucional sobre el desperdicio no se ha venido gestionado de manera adecuada, por ende, el aumento de los niveles de desperdicio en el país.

5. Recomendaciones

- Diseñar una metodología estandarizada para la cuantificación de desperdicios en plazas de mercado, industrias alimentarias, Hoteles, restaurantes, y que esta sea validada por personal expertos.
- Realizar nivel regional proyectos y programas que contribuyan a disminuir los desperdicios.
- Todos podemos contribuir para minimizar el desperdicio empezando por hogares con prácticas adecuadas, como a la hora de comprar realizar un planificador del menú semanal, comprar los alimentos responsables no gastando más de lo necesario ni consumir más de lo debido, consumir alimentos con fechas cercanas a su vencimiento, poner los productos recién comprados detrás de los más antiguos para consumirlos primero, comprar frutas y verduras en su momento de temporada contribuyendo a evitar el despilfarro

6. Agradecimientos

Agradecemos a Nohora Julieta Bolaños– Coordinadora del semillero de investigación GISA del programa de Ingeniería de Alimentos, también a Claudia Lorena Cerón Docente de la Universidad Cooperativa de Colombia quienes supervisaron, apoyaron y ayudaron en el desarrollo del proceso de investigación, además de agradecer su paciencia tiempo y dedicación que tuvieron para que este proceso saliera de manera exitosa.

7. Referencias

- [1] Abaco. (2010). los bancos de alimentos: una estrategia de reducción de desperdicios de alimentos en Colombia. Asociación de bancos de alimentos de Colombia.
- [2] Barón M, J E., & Liévano G, J. (2014). formulación de un plan de manejo ambiental para la plaza de mercado de las flores. universidad piloto de Colombia.
- [3] Basso, N. Brkic, M. Moreno, C. Pouiller, P. Romero, A. (2016). valoremos los alimentos, evitemos pérdidas y desperdicios. dieta. Buenos Aires.
- [4] Caldas C, J F. (2016). reciclaje y aprovechamiento de residuos urbanos orgánicos en el edificio los naranjos municipio de santa rosa de cabal, Colombia. universidad tecnológica de Pereira.
- [5] Cacula, L. F. (2015). análisis del manejo de residuos sólidos agrícolas en la nueva sexta, Cúcuta, norte de Santander: una propuesta de mejoramiento ambiental, universidad de Manizales, Colombia.
- [6] Cardona, A.; Sánchez, J.; Ramírez, J. Álzate, E.; (2004), Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado, revista colombiana de biotecnología vol.vi no. 2
- [7] CECU (2015). nuevo consumidor. responsabilidad social empresarial y desperdicio de alimentos. confederación de consumidores y usuarios.
- [8] CEOC. (2011). cuánto alimento desperdician los chilenos, centros de estudios de opinión ciudadana, universidad de Talca.
- [9] Congreso de la republica (2016); proyecto de ley 157 de 2016. “por la cual se preserva la vida y la salud de los niños que sufren desnutrición, se prohíbe el desperdicio de alimentos”.
- [10] Congreso de la republica (2016) proyecto de ley 169 de 2016. “ley anti desperdicios contra el hambre en Colombia”.

- [11] Congreso de la república de Colombia (2016) proyecto de ley 164 del 2016, “por medio de la cual se crea el programa alimentario nacional contra el desperdicio de alimentos (panda), se establecen medidas para combatir la pérdida y el desperdicio de alimentos y se dictan otras disposiciones”.
- [12] Cuánto alimento desperdician los chilenos. (2011). Universidad de Talca. centros de estudio de opinión ciudadana.
- [13] Cuesta, J. (2014). Desperdicio de alimentos: hacer las cuentas. voces el blog del banco mundial.
- [14] Documento Conpes Social. (31 de marzo de 2008). Política de seguridad alimentaria y nutricional (PSAN).
- [15] DNP. (2016). estudio pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia. departamento nacional de planeación.
- [16] DPN. (2016). pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia. estudio de la dirección de seguimiento y evaluación de políticas públicas. departamento nacional de planeación.
- [17] Duque A Y., & Fernández M, A M. (2016). Identificación del estado del arte en el manejo y la disposición de los residuos sólidos en la central minorista de mercado “mercaneiva” del municipio de Neiva.
- [18] ELTIEMPO. (2007). en el país se pierden 9,76 millones de toneladas de comida al año: DNP, eltiempo.com todas las noticias principales de Colombia y el mundo.
- [19] ESPOSIBLE. (2015) no merecen acabar en la basura: cocina de aprovechamiento y redistribución para minimizar el despilfarro, esposable la revista de la gente.
- [20] FAO. (2016). pérdidas y desperdicios de alimentos en américa latina y el caribe. reducir las pérdidas y desperdicios de alimentos percapita en 2015, un compromiso de la región. organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.
- [21] FAO. (2012). Pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo alcance, causa y prevención. organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. roma.
- [22] FAO. (2013). El estado mundial de la agricultura la alimentación. organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.
- [23] FAO. (2014). Pérdidas y desperdicios de alimentos en américa latina y el caribe. organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura
- [24] Fonseca S, E B., & Maturana M, G A. (2010). Aprovechamiento de los residuos vegetales de una central de abastos para la obtención de etanol. revista épsilon.
- [25] Godoy A.; Joya, J. (2016). Diagnóstico ambiental de las plazas de mercado locales doce de octubre, Kennedy y trinidad galán en la ciudad de Bogotá, universidad distrital francisco José de caldas, Bogotá – Colombia.
- [26] González, V., L. (2015). El insostenible desperdicio de alimentos: ¿qué podemos hacer los consumidores? revista CESCO de derecho de consumo.
- [27] HLPE. (2014). Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles. un informe del grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del comité de seguridad alimentaria mundial. Roma, 2014.

Estado actual de los niveles de desperdicio de las cadenas de abastecimiento de alimentos

Current status of waste levels of food supply chains and public policies at worldwide.

Noryda Briyith Mosquera Caicedo¹ ; Angie Alejandra Rivera Ibarra²
^{1,2} Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Popayán – Facultad de Ingenierías
¹noryda.mosquera@campusucc.edu.co; ²Angie.riverai@campusucc.edu.co

Resumen– El presente artículo ostenta los niveles actuales de pérdida y desperdicio de alimentos generados durante toda la cadena de suministro, partiendo principalmente de las cifras tan alarmante que se encuentran frente a este tema, según estudios realizados por la FAO alrededor de un tercio de la producción de los alimentos destinados al consumo humano se pierde o desperdicia en todo el mundo, lo que corresponde a aproximadamente 1.300 millones de toneladas al año, de acuerdo a lo anterior también se mencionan las diferentes estrategias y/o políticas orientadas a la disminución de dicha problemática optadas por diferentes estados.

Palabras claves– seguridad alimentaria, banco de alimentos, desnutrición, malnutrición.

Abstract– At present the issue of food loss and waste in the world has received importance, because of the alarming figures found in FAO; almost one third of food produced for human consumption is approximately 1.3 billion tons per year. Lose or waste on a global scale, therefore the objective of this literature review is to know the levels of food waste worldwide and therefore to mention the strategies or policies that have been established to mitigate such problem, as well as the causes And food with greater waste.

Keywords–food security, food bank, malnutrition, malnutrition

1. Introducción

Recientemente, la cuestión de las pérdidas y el desperdicio de alimentos (PDA) mundiales ha recibido mucha atención y ha gozado de una gran visibilidad, teniendo en cuenta que el desperdicio de alimentos comprende los alimentos dañados en las etapas de distribución, retail; Según la FAO, la pérdida o el despilfarro alimentario es “cualquier cambio en la disponibilidad de la comida, en su capacidad para ser consumida, en sus características sanitarias o en su calidad, que le prive de ser consumida por las personas” [1]. Aunque no se cuenta con estimaciones precisas sobre las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el sistema alimentario, las cifras más aproximadas que existen hasta la fecha indican que, a escala mundial, se menciona que alrededor de una tercera parte de los alimentos producidos se pierde o desperdicia a lo largo de la cadena alimentaria, desde la fase de producción hasta la de

consumo, sin embargo, se han realizado diferentes estudios por parte de entidades gubernamentales a nivel nacional e internacional que con ayuda de entidades privadas como la FAO han permitido tener una perspectiva de los niveles de desperdicio durante la cadena de abastecimiento y por ende las causas y plan de mejora para contrarrestar esta problemática. La atención que se le ha prestado a este tema radica generalmente en la relación del desperdicio de alimentos frente a la seguridad alimentaria y el hambre señalando que algo anda mal en el sistema alimentario estimando el número de personas que se pueden alimentar con la cantidad de alimentos desperdiciados y así disminuir el número de personas que sufren de hambre, padecen desnutrición o malnutrición, ello mediante la formulación de estrategias o políticas públicas orientadas a la disminución de los niveles de desperdicio a nivel mundial. A nivel global de 1 300 millones de toneladas de alimentos que se pierden o se desperdician, el 30% de los cereales, entre el 40 y el

50% de las raíces, frutas, hortalizas y semillas oleaginosas, el 20% de la carne y productos lácteos y el 35 % de los pescados. Según datos de la FAO y el Banco Mundial, las zonas más industrializadas Europa, Asia Pacífico, América del Norte y Oceanía— son las que desechan alimentos en mayor cantidad, equivalentes a un 60% del contenido calórico total desechado por persona 1.100.000 Kcal anuales. Por su parte, los países en vías de desarrollo —África, sur y sudeste de Asia y América Latina, desechan el 40% del contenido calórico mundial desechado por persona 732.200 Kcal anuales [2]. Con el apoyo de la FAO, durante 2015 los gobiernos establecieron una Red de Expertos, una Estrategia Regional y una Alianza Regional para la Prevención y Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos. En Costa Rica y República Dominicana se crearon Comités Nacionales dedicados al tema, y Argentina, Brasil, Chile, México, Perú, San Vicente y las Granadinas y Uruguay están discutiendo iniciativas similares. La lucha contra el desperdicio alimentario también es parte del principal acuerdo de lucha contra el hambre en la región —el Plan de Seguridad Alimentaria, Nutrición y Erradicación del Hambre de la Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños, CELAC— el cual considera la eliminación de las pérdidas y desperdicios como una condición fundamental para acabar con el hambre al año 2025. [3]. Según el estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación (DPN) en Colombia se pierden o se desperdician al año 9,76 millones de toneladas de, donde el 20,6% se desperdicia en la distribución y retail y el 15,6% .Considerando lo anterior se realizó una revisión cuyo objetivo fue conocer el estado actual de los niveles de desperdicio de las cadenas de abastecimiento de alimentos y políticas públicas a nivel mundial.

2. Desarrollo del tema

Aunque parezca una cuestión para un debate teorizante, en la práctica la falta de una definición sobre desperdicio y pérdida de alimentos, constituye un grave inconveniente para que podamos disponer de estadísticas fiables y comparables, así como para facilitar la adopción de medidas legislativas que hagan posible disminuir la pérdida y el desperdicio de alimentos [4].

Según la FAO la pérdida de alimentos se refiere a la disminución de la masa de alimentos comestibles en la parte de la cadena de suministro que conduce específicamente a los alimentos comestibles para el consumo humano [5]. Las pérdidas de alimentos tienen lugar en las etapas de producción, pos cosecha y procesamiento de la cadena de suministro de alimentos. Las pérdidas de alimentos que ocurren al final de la cadena alimentaria (venta minorista y consumo final) [6]. Desperdiciar alimentos, significa desecharlo (tirarlo) incluso si todavía son adecuados para el consumo humano [7]. Dicha Organización también ha definido el despilfarro alimentario y las pérdidas alimentarias como “la gran cantidad de alimentos perdidos o desperdiciados en la cadena de abastecimiento alimentario orientada a la producción de productos comestibles para la alimentación humana” [8]. Los estudios encargados por la FAO calculan que cada año se pierden y desperdician alrededor de un 30 % de cereales; un 40–50 % de tubérculos, frutas y hortalizas; un 20 % de semillas oleaginosas, carne y productos lácteos; y un 35 % de pescado. Las pérdidas y los desperdicios de alimentos dependen en gran medida de las condiciones específicas y situación local de cada país o cultura. En los países de ingresos bajos, las pérdidas de alimentos se deben a varias limitaciones técnicas y de gestión relacionadas con las técnicas de cultivo, el almacenamiento, el transporte, el procesamiento, las instalaciones frigoríficas, las infraestructuras, y los sistemas de envasado y comercialización. Las causas de desperdicio de alimentos en los países de ingresos medios y altos están principalmente relacionadas con el comportamiento del consumidor y las políticas y normativas existentes para tratar otras prioridades del sector [9]. Los bancos de alimentos se han convertido en una estrategia indispensable para contribuir a disminuir los niveles de desperdicio de alimentos a nivel mundial. Son organizaciones sin ánimo de lucro cuyo objeto social es recolectar alimentos con destino al cubrimiento de las necesidades de la población en general, buscando de esta manera defender, proteger y promocionar los derechos humanos [10]. A nivel

mundial se cuenta con el Banco Mundial, que funciona como una cooperativa integrada por 189 países miembros, este trabaja para dar forma a un sistema alimentario que proporcione alimentos y una dieta segura y nutritiva todos los días a todos los habitantes del planeta, y que ello se realice de una manera sostenible. [11].

21 Niveles de desperdicio de alimentos a nivel mundial y nacional: Se ha escrito mucho sobre la urgente necesidad de reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos [12] aunque, en realidad, queda mucho por hacer [13]. En este sentido, mientras la cantidad de alimentos per cápita desperdiciada por los consumidores es de 95 a 115 kg/año en Europa y América del Norte, esta cifra alcanza sólo de 6 a 11 kg/año en el África subsahariana y en el Asia meridional y sudoriental. [14] y se estima que “las causas de las pérdidas y el desperdicio de alimentos en los países de ingresos altos y medianos provienen principalmente del comportamiento del consumidor

22 Niveles de desperdicio de alimentos a nivel mundial y nacional: Según el estudio realizado para el congreso internacional denominado “perdida y desperdicio de alimentos en el mundo - alcance, causas y prevención”, aproximadamente un tercio de las partes comestibles de los alimentos producidos para el consumo humano se pierde o desperdicia, lo que representa alrededor de 1300 millones de toneladas al año. [5]. En busca de cadenas de abastecimiento más eficaces con alta productividad para satisfacer la creciente demanda, un reto para la agricultura será reducir la pérdida y desperdicio de alimentos a lo largo de la cadena alimenticia [15].

23 Niveles de desperdicio de alimentos en Europa. Las pérdidas y desperdicio de alimentos alcanzan aproximadamente 89 millones de toneladas al año (Comisión Europea- CE); donde 42% en los hogares, del cual el 60% sería evitable, 39% en los procesos de fabricación, del cual la mayor parte se considera

inevitable, 5% en la distribución y 14% en los servicios de restauración y catering [16].

24 Niveles de desperdicio de alimentos en América del norte y Oceanía. América del Norte y Oceanía pierden y desperdician casi la mitad de lo que producen: ¡el 42 %! Más del 50 % de la comida que se pierde y desperdicia en los países desarrollados sucede durante el consumo de la misma, por lo general como resultado de la decisión deliberada de tirar los alimentos [17].

25 Niveles de desperdicio de alimentos en Asia industrializada. Según el the world bank group, 2014, se desperdician 28 % de alimentos a nivel global, el cual, por etapa alimentaria, un 17 % se da en la producción, 23% en manejo y almacenamiento, 2% en tratamiento, 11% distribución y mercadeo y 46 % en consumo [18].

26 Niveles de desperdicio de alimentos en África subsahariana: En África, el desperdicio diario de comida por término medio es de 500 calorías por persona, pero solo el cinco por ciento de esa pérdida corresponde a los consumidores. Más [19], la mayor parte de este desperdicio se da durante la etapa de producción a la venta al por menor [20]. Con los alimentos que actualmente se pierden en África se podría alimentar a 300 millones de personas [21].

27 Niveles de desperdicio de alimentos en África del norte, Asia occidental y central. Considerando que los consumidores desechan alimentos adquiridos, que bien podrían consumirse. Estos montos son impresionantes, medidos en kilos por habitante, donde un 35 corresponde a esta localidad [22].

28 Niveles de desperdicio en Asia meridional y submeridional: Las personas desperdician en general, en el mundo industrializado se desperdician muchos más alimentos per cápita que en los países en desarrollo. Calculamos que el desperdicio per cápita

de alimentos por consumidor esta cifra representa solo 11 kg/año [15] [23],

29 Niveles de desperdicio de alimentos en américa latina: La FAO estima que el 6% de las pérdidas mundiales de alimentos se dan en América Latina y el Caribe y cada año la región pierde y/o desperdicia alrededor del 15% de sus alimentos disponibles, a pesar de que 47 millones de sus habitantes aún viven día a día con hambre [24].

210 Colombia:

El estado actual de Colombia en cuanto al desperdicio es indignante teniendo en cuenta registro que arrojan estudios realizados por el DPN en 2016, la cifra real y total de pérdidas y desperdicio de alimentos en Colombia sumo 9,76 millones de toneladas de comida al año [25]. El 40,5

% (3,95 millones toneladas) lo hacen en la etapa de producción agropecuaria; el 19,8 % (1,93 millones de toneladas) se pierde en el proceso de poscosecha y almacenamiento; el 3,5 % (342 mil toneladas) en los procesos de procesamiento industrial; el 20,6 % (2,01 millones de toneladas), en la distribución y retail. Y el 15,6 % (1,53 millones de toneladas) se desperdicia en los hogares [26]. Los productos que encabezan la lista en pérdidas y desperdicio son las frutas y verduras, con 6,1 millones de toneladas al año. Los que menos se pierden y desperdician son los lácteos, con 29 mil toneladas al año [27].

2.10.1 departamentos de Colombia donde más se desperdicia: Los resultados del 'Estudio de caracterización de residuos sólidos', que realizó la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (Uaesp) entre el 2010 y el 2012, arroja que, en Bogotá, el desperdicio de comida es tan exorbitante que más de la mitad (58,8 por ciento) de los alimentos diarios que las familias compran termina en la basura (cerca de 1.381 toneladas) [28]. En el mapa regional, de acuerdo con las cifras del Departamento Nacional de Planeación, las cantidades y el porcentaje de pérdidas y desperdicios de alimentos es el siguiente [29]; La

región Centro Oriente, conformada por los departamentos de Santander, Norte de Santander, Cundinamarca y Boyacá también aparece de primera en cantidad de comida que se desperdicia, es decir, la que va a la basura en las etapas de consumo y retail. En esta región se desperdician 1.708.919 (48,3%) toneladas de comida; En segundo lugar, está la región Eje Cafetero (Antioquia, Risaralda, Caldas y Quindío) con 646.654 (18,3) toneladas de comida desperdiciada, En tercer lugar, se encuentra la región Pacífico (Chocó, Nariño, Cauca, Valle del Cauca), con 488.539 (13,8%) toneladas de comida desperdiciada, En Cuarto lugar, se encuentra la región Caribe (Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, San Andrés y Sucre). En esta región se desperdician 472.844 (13,4%) toneladas de comida al año, En quinto lugar, se encuentra la región Centro Sur (Tolima, Huila, Caquetá, Putumayo y Amazonas) en la que se desperdician 146.724 (4,2%) toneladas al año. Por último está la región Llanos (Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vaupés y Vichada) con 71.031 (2,0%) toneladas de comida desperdiciada [29] [30] [31].

3. Alimentos que más se desperdician

El pan y los cereales, las frutas y las verduras, y los lácteos son, en ese orden, los principales grupos de alimentos que van a parar a la basura. En el caso de los yogures y la leche, por ejemplo, porque quedaron detrás de otros productos en la heladera y se vencieron, y las frutas y las verduras porque empiezan a mostrar signos de oxidación y el aspecto no es el mismo que recién compradas [32]. Los directivos de Fedefruver, la Federación de Agro, Cadenas de Frutas y Verduras y Zonas Zidres de Colombia, destaca que el desperdicio y pérdida de frutas y verduras subió 16% en 30 años. Esto coincide con las cifras del Departamento Nacional de Planeación, DNP, que la misma entidad trae a colación, donde se señala que, de 10.434.327 toneladas de frutas y vegetales, consumo potencial anual nacional, actualmente se pierden y desperdician: 6.081.134 toneladas, es decir, el 58%, de acuerdo a la Federación [33]. Igualmente, un informe

dado por el periódico el tiempo indica que, Ahora los mayores desperdicios se presentan con las frutas y verduras, En segundo lugar, están las raíces y tubérculos [34]. Posteriormente según un estudio realizado por Abaco en el 2012, en Colombia unas 1'154.000 toneladas de frutas y 261 mil toneladas de verduras se pierden en la poscosecha, es decir que no llegan ni a comercializarse [35].

4. Causas del desperdicio de alimentos

Las causas de la pérdida de alimentos varían en diferentes partes del mundo [36]. Teniendo en cuenta ello una de las principales causas que conllevan al desperdicio de alimentos son: El desperdicio de los alimentos en países industrializados se debe al comportamiento del consumidor y a una falta de coordinación entre minoristas. Y que en los países de ingresos bajos, donde también se da desperdicio aunque en un volumen muy inferior (de 6 a 11 kg por persona y año), las causas se han de buscar en sus limitaciones en las técnicas de aprovechamiento o en la escasez de instalaciones e infraestructuras apropiadas para el almacenamiento, procesamiento y comercialización [37], Las causas de las pérdidas y el desperdicio de alimentos en los países de ingresos bajos están principalmente relacionadas con las limitaciones económicas, técnicas y de gestión de las técnicas de aprovechamiento, las instalaciones para el almacenamiento y la refrigeración en condiciones climáticas difíciles, la infraestructura, el envasado y los sistemas de comercialización [38]. En este sentido los consumidores juegan un rol fundamental. Las principales causas de desperdicio alimentario doméstico se pueden identificar de la forma siguiente:

*Escaso valor asociado a la comida por parte de los consumidores, que a su vez genera desinterés para usarla de forma eficiente, preferencia por algunas partes de los alimentos, que lleva a desechar otras, falta de planificación en las compras, escaso conocimiento de los productos *conservación y envoltorios inadecuados, Confusión sobre las indicaciones de la etiqueta “consumirlo preferentemente antes” y

“consumirlo antes de [39].

5. Políticas orientadas a la disminución de desperdicio de alimentos a nivel mundial

5.1 nivel mundial: a nivel mundial encontramos estrategias como:

- Copenhague //washington

El Instituto de Recursos Mundiales (WRI) ha anunciado hoy el primer paso en el diseño de un estándar global para medir la pérdida de alimentos y residuos. La próxima orientación, llamada la “pérdida Alimentaria y Protocolos de Residuos” permitirá a los países y las empresas para medir y controlar la pérdida de alimentos y los residuos que se producen dentro de sus límites y las cadenas de valor de forma creíble, práctica y coherente [40].

- Organismos de las Naciones Unidas y las organizaciones internacionales asociadas se comprometen a apoyar la pérdida de alimentos y la reducción de residuos. Para aprovechar estas ventajas, aprender unos de otros y evitar la duplicación, las 13 organizaciones han acordado la creación de una red de agencias de la ONU y las organizaciones internacionales que trabajan en la pérdida de alimentos y la reducción de residuos, en apoyo de la visión del Secretario General de la ONU articulado en el 'cero pérdida o desperdicio de alimentos' elemento del hambre cero Challenge [41].

- La FAO, el FIDA y el PMA anuncio el lanzamiento de la Comunidad de Práctica (CoP) sobre la reducción de las pérdidas de alimentos Incorporando los pequeños productores de las zonas con déficit de alimentos [42].

- Save Food: La FAO y Messe Düsseldorf están colaborando con los donantes [43], Save Food recibe el apoyo de las divisiones de la FAO que trabajan sobre la producción, el procesamiento y la comercialización agrícola y pesquera; la nutrición y protección del consumidor; los recursos naturales; el desarrollo económico y político y la protección social; las estadísticas; la comunicación y las alianzas [44]

- La Organización las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI) el programa de investigación del CGIAR sobre Políticas, Instituciones y Mercados (PIM), lanzaron hoy una nueva iniciativa para mejorar la cooperación mundial en la medición y reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos. Los ministros de Agricultura del G20 habían pedido a la FAO y el IFPRI poner en marcha esta iniciativa en Estambul, Turquía, el pasado mes de mayo. La Plataforma Técnica sobre medición y reducción de pérdidas [45].
- 08 de diciembre, 2015 — La FAO e Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI) presentaron una nueva iniciativa para mejorar la cooperación mundial en la medición y la reducción de la pérdida y desperdicio de alimentos [46].
- Francia, en febrero de 2016, prohíbe la destrucción de alimentos que no se venden por razones estéticas o fecha de vencimiento cercana, con la promulgación de una ley contra el desperdicio alimentario.
- Perú: una iniciativa de ley prevé la creación de un Sistema Nacional para la reducción de las pérdidas y el desperdicio alimentario prohibiendo la destrucción de los alimentos no vendidos.
- Argentina: el Proyecto de Ley “anti desperdicio” prohíbe el desperdicio de los alimentos por los supermercados y establecimientos de venta de alimentos [47].

52 Iniciativa de proyecto de ley del estado colombiano: El senado actualmente ha formulado tres iniciativas que tienen por objetivo combatir el desperdicio de alimentos a nivel nacional:

Primera iniciativa: Consiste en el proyecto de ley 157/16 del senado donde se prohíbe el desperdicio de alimentos por parte de supermercados, productores de alimentos, procesadores de alimentos, y centrales de abastos [48].

Segunda iniciativa: Es el proyecto de ley 164/16, llamado programa alimentario nacional contra el

desperdicio de alimentos (PANDA), tiene como objetivo implementar medidas que ayuden a disminuir el desperdicio de alimentos durante toda la cadena de abastecimiento [49].

Tercera iniciativa: proyecto de ley de 2016 “ley anti desperdicios contra el hambre en Colombia” tiene como iniciativa fundamental y principal la implementación de campañas, estrategias mediante distintos procesos que encaminan la reducción del desperdicio [50].

Colombia cuenta con la Asociación Bancos de Alimentos de Colombia (ABACO) como representante de los 19 bancos de alimentos existentes en diferentes partes del país, trabaja por la recuperación, reaprovechamiento y distribución equitativa de alimentos, bienes y servicios en búsqueda de ayudar a la población más vulnerable, a través de las instituciones vinculadas con los Bancos de Alimentos y por ende reducir los niveles de desperdicio en el país.

6. Referencias

- [1] Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura, Que Tiene Su Sede En Roma Y Patrocina El Programa “Save Food” En El Que Muy Modestamente participamos (<http://www.fao.org/save-food/es/>)
- [2]. Ruiz, C., Garay, F., Robert, L., & Correa, P. (S.F.). "Perdida Y Desperdicio De Alimentos En Chile" Un Analisis Desde La Solidaridad "Perdida Y Desperdicio De Alimentos En Chile". Chile: El País.
- [3] Dnp. (Abril De 2016). Pérdida Y Desperdicio De Alimentos En Colombia. Pérdida Y Desperdicio De Alimentos En Colombia. Bogotá, D.C, Colombia: Departamento Nacional De Planeación.
- [4] González Vaqué, L. (2015). El Insostenible Desperdicio De Alimentos: ¿Qué Podemos Hacer Los Consumidores? Revista Cesco De Derecho De Consumo, 206.
- [5] Gustavsson, J., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). Perdida Y Desperdicio De Alimentos En El Mundo. Perdida Y Desperdicio De Alimentos En El Mundo Causas Alcance Y Prevencion. Roma: Fao
- [6] Gurucharri, E. (19 De Mayo De 2017). Apeteat. Obtenido De Apeteat: <http://Blog.Apeteat.Es/2016/10/13/Perdidas-Y-Desperdicio-De-Alimentos-En-El-Mundo/>.
- [7] Parfitt, J., Barthel, M. Y Macnaughton, S. (2010). Food Waste Within Food Supply Chains: Quantification And Potential For Change To 2050. Phiosophical Transactions Of The Royal Society, 365: 3065-3081

- [8] Mayoral, A., (2014). "Fao: El Foro Global Sobre Seguridad Alimentaria Y Nutrición", Bodialco, Núm.9, Pág. 23
- [9] Fao. (2015). Iniciativa Mundial Sobre La Reducción De La Pérdida Y El Desperdicio De Alimentos. Iniciativa Mundial Sobre La Reducción De La Pérdida Y El Desperdicio De Alimentos. Italia, Roma: Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura (Fao).
- [10] Abaco (Julio 2015). Asofrucol, Colombia. Recuperado De: "Food Loss And Waste In The European Union: A New Challenge For The Food Law?", European Food And Feed Law Review, Núm. 1, 2015, Págs. 20-33; Boto, I., Lutter Contre Le Gaspillage Alimentaire En Temps De Crise, Bureau De Bruxelles Du Cta, 2012, 47 Págs. (Documento Disponible En La Siguiete Página De Internet, Consultada El 18.8.2014: [Http://Brusselsbriefings.Net.2value-Test.Nl/Wp-Content/Uploads/2013/02/R22fr.Pdf](http://Brusselsbriefings.Net.2value-Test.Nl/Wp-Content/Uploads/2013/02/R22fr.Pdf))
- [11] Street, H. (Mayo De 19 De 2017). Banco Mundial Birf-Aif. Obtenido De Banco Mundial Birf-Aif.
- [12] Veáanse, Por Ejemplo: "Food Loss And Waste In The European Union: A New Challenge For The Food Law?", European Food And Feed Law Review, Núm. 1, 2015, Págs. 20-33; Boto, I., Lutter Contre Le Gaspillage Alimentaire En Temps De Crise, Bureau De Bruxelles Du Cta, 2012, 47 Págs. (Documento Disponible En La Siguiete Página De Internet, Consultada El 18.8.2014: [Http://Brusselsbriefings.Net.2value-Test.Nl/Wp-Content/Uploads/2013/02/R22fr.Pdf](http://Brusselsbriefings.Net.2value-Test.Nl/Wp-Content/Uploads/2013/02/R22fr.Pdf))
- [13] García, A. C. (25 De Octubre De 2015). ¿Desechanueva Plataforma Europea Contra Las Pérdidas Y El Desperdicio De Alimentos. Cesgo, 7.
- [14] Datos De 2012, Según Cederberg, C., Gustavsson, J.Y Sonesson, U. (Véase De Dichos Autores: Op. Cit., Pág. V).
- [15] Fao. (Julio De 2014). Perdida Y Despericio De Alimentos En America Latina Y El Caribe . Perdida Y Despericio De Alimentos En America Latina Y El Caribe . Oficina Regional De La Fao.
- [16] España, G. D. (S.F.). Estrategia " Mas Alimentos, Menos Desperdicio". Estrategia " Mas Alimentos, Menos Desperdicio". España: Ministerio De Agricultura, Alimentacion Y Medio Ambiente.
- [17] Cuesta, J. (27 De Febrero De 2014). Banco Mundial Birf-Air. Obtenido De Banco Mundial Birf-Air: [Http://Blogs.Worldbank.Org/Voices/Es/%20desperdicio-De-Alimentos- Hacer-Las-%20cuenta](http://Blogs.Worldbank.Org/Voices/Es/%20desperdicio-De-Alimentos- Hacer-Las-%20cuenta)
- [18] Kim, J. Y. (21 De 2014 De Marzo). Blogs.Worldbank.Org. Obtenido De Blogs.Worldbank.Org: [Https://Blogs.Worldbank.Org/Voices/Es/Desperdicio-De-Alimentos-Un- Problema-Mas-Grande-De-Lo-Que-Piensa](https://Blogs.Worldbank.Org/Voices/Es/Desperdicio-De-Alimentos-Un- Problema-Mas-Grande-De-Lo-Que-Piensa)
- [19] Lomborg, B. (28 De Junio De 2015). El Tiempo. Obtenido De El Tiempo: [Http://Www.Eltiempo.Com/Archivo/Documento/Cms-16018098](http://Www.Eltiempo.Com/Archivo/Documento/Cms-16018098)
- [20] Lomborg, B. (28 De Junio De 2015). El Tiempo. Obtenido De El Tiempo: [Http://Www.Eltiempo.Com/Archivo/Documento/Cms-16018098](http://Www.Eltiempo.Com/Archivo/Documento/Cms-16018098)
- [21] Pensarsalud. (2016). Obtenido De Pensarsalud: [Http://Www.Ospat.Com.Ar/Blog/Medio-Ambiente/Iniciativa-Mundial- Sobre-La-Reduccion-De-La-Perdida-Y-El-Desperdicio-De-Alimentos/](http://Www.Ospat.Com.Ar/Blog/Medio-Ambiente/Iniciativa-Mundial- Sobre-La-Reduccion-De-La-Perdida-Y-El-Desperdicio-De-Alimentos/)
- [22] Serrano, O. C. (2016). Proyecto De Ley Pretende Reducir El Desperdicio De Alimentos. Proyecto De Ley Pretende Reducir El Desperdicio De Alimentos. Bogota , Colombia, Senado De La Republica De Colombia .
- [23] Fao. (2017). Obtenido De Fao: [Http://Www.Fao.Org/Save-Food/Recursos/Keyfindings/Es/](http://Www.Fao.Org/Save-Food/Recursos/Keyfindings/Es/)
- [24] Oecd, & Fao . (2014). Perspectivas Agrícolas. Perspectivas Agrícolas 2014-2023. Mexico: Uach.
- [25] (4 De Abril De 2016). Semana, Pág. 1. Obtenido De Semana: [Http://Www.Semana.Com/Nacion/Articulo/En-Colombia-Se-Pierden-Nueve-Millones-De-Toneladas-De-Comida-Cada-Ano/468060](http://Www.Semana.Com/Nacion/Articulo/En-Colombia-Se-Pierden-Nueve-Millones-De-Toneladas-De-Comida-Cada-Ano/468060)
- [26] Muñoz, S. G. (28 De Marzo De 2016). El Pais. Obtenido De El Pais: [Http://Www.Elpais.Com.Co/Colombia/En-Mas-De-La-Tercera-Parte-De- La-Comida-Termina-En-La-Basura-Cada-Ano.Html](http://Www.Elpais.Com.Co/Colombia/En-Mas-De-La-Tercera-Parte-De- La-Comida-Termina-En-La-Basura-Cada-Ano.Html)
- [27] Dpn. (28 De Marzo De 2016). Departamento Nacional De Planeacion. Obtenido De Departamento Nacional De Planeacion: [Https://Www.Dnp.Gov.Co/Paginas/Colombianos-Botan-9,76-Millones- De-Toneladas-De-Comida-Al-A%C3%B1o.AspX](https://Www.Dnp.Gov.Co/Paginas/Colombianos-Botan-9,76-Millones- De-Toneladas-De-Comida-Al-A%C3%B1o.AspX)
- [28] Uaesp. (Diciembre De 2011). Aracterización De Los Residuos Sólidos Comerciales Pequeños Productores Generados En La Ciudad De Bogotá
- D.C – 2001. Aracterización De Los Residuos Sólidos Comerciales Pequeños Productores Generados En La Ciudad De Bogotá D.C – 2001. Bogota, Colombia: Alcaldia Mayor De Bogota.
- [29] Martinez Aristizabal, M. (2016). Proyecto De Ley No 164/16. Proyecto De Ley No 164/16. Colombia: Senado De La Republica.
- [30] Castañeda Serrano , O., Henríquez Pinedo, H. M., Osorio Salgado, N. M., & Valencia González, S.
- (2016). "Ley Anti Desperdicios Contra El Hambre En Colombia". "Ley Anti Desperdicios Contra El Hambre En Colombia". Colombia: El Congreso De La República De Colombia.
- [31] Dpn. (28 De Marzo De 2016). Departamento De Planeacion Nacional . Obtenido De Departamento De Planeacion Nacional : [Http://Www.Eltiempo.Com/Archivo/Documento/Cms-16547801](http://Www.Eltiempo.Com/Archivo/Documento/Cms-16547801)
- [32] Czubaj, F. (2 De Septiembre De 2015). La Nacion . Obtenido De La Nacion : [Http://Www.Lanacion.Com.Ar/1824273-%20alimentos-Se- Desperdician-15-%20millones-De-Toneladas-Al-Ano](http://Www.Lanacion.Com.Ar/1824273-%20alimentos-Se- Desperdician-15-%20millones-De-Toneladas-Al-Ano)
- [33] Desperdicio De Verduras Y Frutas Subió 16% En 30 Año. (10 De Abril De 2016). Portafoli, Pág. 1.
- [34] Perdida Y Desperdico En Colombia. (29 De Marzo De 2016). El Tiempo, Pág. 3.
- [35] Valencia González , S. (2016). Proyecto De Ley No De 2016 . Proyecto De Ley No De 2016 . Colombia+: El Congreso De Colombia.
- [36] Mazariegos, M. (1 De Noviembre De 2016). Latinamericanscience. Obtenido De Latinamericanscience: [Http://LatinAmericanscience.Org/Spanish/Author/Monica-Mazariegos/](http://LatinAmericanscience.Org/Spanish/Author/Monica-Mazariegos/)

- [37] Montagut, X., & Gascón, J. (2015). Alimentos Desperdiciados. Alimentos Desperdiciados Un Análisis Del Derroche Alimentario Desde La Soberanía Alimentaria. Icaria.
- [38] Lara, V. (30 De Mayo De 2015). Hipertextual. Obtenido De Hipertextual: <https://Hipertextual.Com/2015/05/Perdida-Y-Desperdicio-Alimentos-Mundo>
- [39] Hudson, U., & Messa, M. (2010). Documento De Posición Sobre Las Pérdidas Y Desperdicios Alimentarios. Documento De Posición Sobre Las Pérdidas Y Desperdicios Alimentarios. Europa: Slowfood.
- [40] Fao, & Wir. (21 De Octubre De 2013). Obtenido De <http://Www.Fao.Org/Save-Food/News-And-Multimedia/News/News-Details/En/C/203130/>
- [41] Fao. (Octubre De 21 De 2013). Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Obtenido De Food And Agriculture Organization Of The United Nations: <http://Www.Fao.Org/News/Story/Es/Item/203180/Icode/>
- [42] Fao. (Julio De 2014). Perdida Y Despericio De Alimentos En America Latina Y El Caribe . Perdida Y Despericio De Alimentos En America Latina Y El Caribe . Oficina Regional De La Fao.
- [43] Fao. (20 De Septiembre De 2013). Un Meeting On Food Loss And Waste Reduction In Support Of The. Un Meeting On Food Loss And Waste Reduction In Support Of The. Italia, Toma: Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Obtenido De Food Ang Agriculture Organization Of The United Natios .
- [44] Save Food 2017, Tercera Edición De Save Food, Congreso Save Food En Interpack 2017, Personajes De Save Food En 2017, Programa De Save Food En 201
- [45] Fao, & Wir. (21 De Octubre De 2013). Obtenido De <http://Www.Fao.Org/Save-Food/News-And-Multimedia/News/News-Details/En/C/203130/>
- [46] ONU. (4 de Diciembre de 2015). FAO. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/news/story/es/item/357270/icode/>
- [47] chile, c. n. (1 de agosto de 2016). congreso nacional de chile . obtenido de congreso nacional de chile : <http://www.bcn.cl/observatorio/americas/noticias/la-reduccion-del-desperdicio-de-alimentos-en-america-latina-avanzando-en-un-compromiso-de-la-region-para-el-ano-2030>
- [48] correa jiménez, a. j. (16 de junio de 2016). informe de ponencia para primer debate al proyecto de ley 157 de 2016 senado. informe de ponencia para primer debate al proyecto de ley 157 de 2016 senado. bogota, colombia : senado de la república.
- [49] Pensarsalud. (2016). obtenido de pensarsalud: <http://www.ospat.com.ar/blog/medio-ambiente/iniciativa-mundial-sobre-la-reduccion-de-la-perdida-y-el-desperdicio-de-alimentos/>
- [50] Serrano, o. c. (2016). proyecto de ley pretende reducir el desperdicio de alimentos. proyecto de ley pretende reducir el desperdicio de alimentos. bogota , colombia, senado de la republica de colombia .

Seguridad alimentaria y nutricional en las Organizaciones: CORPOCIUR, Red de Organizaciones Basadas en Fè y ASOCAMPO en el Municipio de Popayán Departamento del Cauca

Food and nutrition security in organizations: CORPOCIUR, Red de Organizaciones Basadas en la Fe and ASOCAMPO in the Municipality of Popayan Department of Cauca

Claudia Lorena Cerón Fernández¹, Nohora Julieta Bolaños Bolaños², Leidy Milena Trujillo Campo³, Paola Andrea Trujillo Campo⁴

^{1,2,3,4} Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Popayán – Facultad de Ingenierías

¹Nohora.bolanos@campusucc.edu.co

Resumen– La seguridad alimentaria y nutricional (SAN) juega un papel importante para el desarrollo del ser humano, por lo cual el objetivo de la revisión fue conocer los diferentes programas realizados de Seguridad Alimentaria y Nutricional en las Organizaciones: Red de Organizaciones Basadas en la Fè, CORPOCIUR y ASOCAMPO en el municipio de Popayán departamento del Cauca en los últimos 15 años. Se determinó los principales ejes de la SAN tales como disponibilidad de alimentos, acceso físico, social y económico, consumo, aprovechamiento o utilización biológica y calidad o inocuidad, igualmente las buenas prácticas de la SAN en cada una de las anteriores organizaciones.

Palabras claves– Programas alimentarios, Operación Ángel, Tiendas Saludables, Agricultura familiar.

Abstract– Food and nutritional security (SAN) plays an important role in the development of the human being. Therefore, the objective of the review was to know the different programs of Food and Nutrition Security in Organizations: Network of Organizations Based on Faith, CORPOCIUR and ASOCAMPO in the municipality of Popayán department of Cauca in recent years. The main axes of the SAN were identified as food availability, physical, social and economic access, consumption, utilization or biological utilization and quality or safety, as well as the good practices of the SAN in each of the previous organizations.

Keywords– Food Programs, Operation Angel, Healthy Shops, Family Farming.

1. Introducción

La revisión permite dar a conocer al lector los diferentes programas realizados de Seguridad Alimentaria y Nutricional en las Organizaciones: Red de Organizaciones Basadas en la Fè, CORPOCIUR y ASOCAMPO en el municipio de Popayán departamento del Cauca, siendo aspectos relevantes a tener en cuenta ya que permiten conocer el panorama de la seguridad alimentaria en el Cauca y algunas organizaciones que vienen trabajando para mitigarla. La seguridad alimentaria se define como la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad y calidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su

adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa [13], la cual en Popayán se ha visto afectada por diversos factores como la falta de información disponible acerca de las diferentes organizaciones que contribuyen a erradicar la inseguridad alimentaria y que aportan al desarrollo sostenible de la ciudad atendiendo a la población más vulnerable, igualmente la falta de interacción organizaciones – universidad y el desconocimiento del concepto de seguridad alimentaria y nutricional (SAN), lo que ha dejado como efectos el desconocimiento de los aportes de estas organizaciones y el de los ejes de la SAN. A nivel nacional los factores más sobresalientes son los bajos ingresos económicos, falta de acceso a alimentos

inocuos, el nivel de escolaridad y el crecimiento de la población, generando carencias alimentarias las cuales se presentan en diversos departamentos, lo que aproximadamente equivale a un 42,7 % de los hogares colombianos [48], [50], no siendo ajeno a esta problemática, la población más vulnerable de las zonas rurales como las urbanas del departamento con un 58.9% de los hogares en su litoral pacífico y el 47.7% en la zona Andina (incluida Popayán) [1], [13].

La seguridad alimentaria juega un papel primordial para la subsistencia del ser humano, puesto que la disponibilidad y estabilidad de alimentos en todo momento son factores importantes que permiten el buen desarrollo de las personas desde sus inicios de vida, igualmente la accesibilidad de los alimentos física y económica en la población contribuye a mitigar la inseguridad alimentaria y da paso a garantizar la salud, del mismo modo el consumo de alimentos, el aprovechamiento o utilización biológica y la calidad e inocuidad son los ejes principales a tener en cuenta para garantizar la SAN, es por ello que organizaciones como las indicadas inicialmente han liderado diversas estrategias con el fin de subsanar una de las problemáticas del departamento, como lo es la inseguridad alimentaria, mediante la ejecución de programas entre ellos de alimentación, agricultura familiar, custodios de semillas y tiendas saludables.

El objetivo de la revisión fue conocer los diferentes programas realizados de Seguridad Alimentaria y Nutricional en las Organizaciones: Red de Organizaciones Basadas en la Fe, CORPOCIUR y ASOCAMPO en el municipio de Popayán departamento del Cauca en los últimos 10 años. La revisión se elaboró a partir de fuentes primarias como entrevistas, videos y mediante la búsqueda bibliográfica de fuentes secundarias como la consulta de documentos generados por entes internacionales, utilizando los descriptores seguridad alimentaria, ejes y buenas prácticas en seguridad alimentaria y nutricional en las organizaciones anteriormente mencionadas. Los criterios de selección de los documentos fueron la revisión de escritos empleados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y cada una de las organizaciones resaltadas al inicio. Para la organización de la bibliografía se elaboró una tabla con la información más relevante de los últimos 15 años sobre temáticas de “programas de seguridad alimentaria en las

organizaciones Red de Organizaciones Basadas en la fe, AOCAMPO, CORPOCIUR” posteriormente se realizó la redacción y análisis de la revisión [12].

2. Seguridad alimentaria y Nutricional

Es un estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico y social de los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad, inocuos y nutritivos, para su adecuado consumo y utilización biológica, que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y saludable [14], [22] [33], [38], [39], [40], [43]. Incluye orgánicamente todos los componentes de la cadena agroalimentaria entre ellos disponibilidad, acceso, consumo, aprovechamiento biológico y calidad e inocuidad de los alimentos que requerimos [27], [28], [32]. Esto implica que el derecho a la alimentación es efectivo cuando hay seguridad o certeza, del cumplimiento de los ejes de seguridad alimentaria y nutricional y no hay situaciones que pongan en riesgo o vulneren la cultura alimentaria [3].

2.1. Ejes de Seguridad Alimentaria y Nutricional

Disponibilidad de alimentos.

Hace referencia a la oferta de alimentos, es decir a la cantidad con que se cuenta tanto a nivel nacional, regional y local. Está relacionada con el suministro suficiente, estable y sustentable de estos frente a los requerimientos de la población y depende fundamentalmente de la producción y la importación. Del mismo modo se determina por la estructura productiva lo que incluye el sector agropecuario y agroindustrial, igualmente los sistemas de comercialización internos y externos, los factores productivos como tierra, crédito, agua, tecnología, recurso humano, también las condiciones ecosistémicas como por ejemplo clima, recursos genéticos y biodiversidad, además de las políticas de producción y comercio, y las tensiones sociopolíticas respectivas con la económica, sociedad y políticas entre actores [7], [15], [19], [37], [41], [60].

Acceso físico, social y económico a los alimentos. Es la posibilidad de todas las personas de alcanzar una

alimentación adecuada, sostenible y nutritiva, se determina fundamentalmente por los ingresos económicos los cuales permiten comprar alimentos para una familia, una comunidad o un país en cantidad y calidad necesaria, de tal modo que se garantice el derecho a la alimentación para todos los ciudadanos, en especial a los que se encuentran en situación de vulnerabilidad, como niños, ancianos y madres gestantes y lactantes. Entre los principales determinantes básicos se mencionan las condiciones socio-geográficas, la distribución de activos monetarios y no monetarios y los precios de los alimentos, un ejemplo de lo anterior es el acceso físico mediante la conectividad entre infraestructura vial y canales de comercialización y la obtención de la asistencia alimentaria por medio de la interacción con la sociedad [12], [15], [31], [42], [44].

Consumo de alimentos. Se refiere al consumo sustentable de alimentos, se encuentra ubicado dentro de las dimensiones de la calidad de vida y está relacionado con la selección de los mismos, las creencias, las actitudes y las prácticas. Sus principales determinantes son: la cultura, los patrones y los hábitos alimentarios, la educación alimentaria y nutricional, la información comercial y nutricional, el nivel educativo, la publicidad, el tamaño y la composición de la familia. Como por ejemplo el consumo de los micronutrientes en el embarazo, ya que estos son de suma importancia, para garantizar la adecuada evolución de los bebés [15], [23], [26], [29], [45], [61].

Aprovechamiento o utilización biológica. Define cómo y cuánto el cuerpo humano aprovecha los alimentos que consume, y cómo los convierte en nutrientes para ser asimilados por el organismo y está relacionado con las preferencias, actitudes y prácticas. Sus principales determinantes son las condiciones del medio ambiente, el estado de salud de las personas, los entornos y estilos de vida, la situación nutricional de la población como resultado del uso individual de los alimentos (ingestión, absorción y utilización), la disponibilidad, calidad y acceso a los servicios de salud, agua potable, fuentes de energía, saneamiento básico de las viviendas y los centros urbanos, patrones de consumo, educación alimentaria y nutricional, nivel educativo, información comercial, publicidad, tamaño y composición de la familia [11], [20], [35], [36], [49], [51], [57].

Calidad e inocuidad. Se ha convertido en un requisito indispensable de la oferta para la implementación de buenas prácticas a lo largo de la cadena productiva, puesto que hace alusión al conjunto de características de los alimentos que garantizan su aptitud para el consumo humano, que exigen el cumplimiento de una serie de condiciones y medidas necesarias durante la cadena agroalimentaria hasta el consumo y el aprovechamiento de los alimentos, asegurando que una vez ingeridos no representen un riesgo biológico, físico o químico apreciable para la salud [24], [25].

La calidad de los alimentos es uno de los aspectos más importantes para la determinación de su inocuidad. Por ello, se debe garantizar que dichos productos se encuentren libres de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos, libres de agro tóxicas. La inocuidad favorece la seguridad alimentaria y las condiciones de salud de una población [5], [30], [34], [46].

3. Resultados

Buenas Prácticas en Seguridad Alimentaria y Nutricional en la Organización Red de Organizaciones Basadas en la Fé. Red de Organizaciones Basadas en la Fé es una comunidad cristiana de fe, que trabaja para el reino de Dios, mediante la expresión integral de su palabra, entendida como la evangelización y la responsabilidad social para el prójimo, buscando la renovación y transformación del ser humano, esta es reconocida como la Primera Iglesia Bautista de Popayán con su lema ¡Adoramos a Dios sirviendo a la comunidad! [47], [56], cuyo enfoque se centraliza en atender a través de sus diversos programas a habitantes de la calle y en la calle, niños huérfanos, trabajadoras sexuales (esquineras), ancianos abandonados, y jóvenes adictos a las sustancias psicoactivas de diferentes barrios del municipio de Popayán.

Uno de sus principales enfoques es adorar a Dios sirviendo a la comunidad, por medio de diversos programas que contribuyen a la seguridad alimentaria, como *operación ángel* el cual atiende aproximadamente a 150 personas entre niños, adultos, consumidores de sustancias psicoactivas, mujeres en ejercicio de la prostitución, habitantes de y en la calle, carretilleros y recicladores. Sus líneas de acción más importantes se enmarcan en compartir agua panela, chocolate o café y pan como expresión del amor de Dios, con lo que respeta a la intervención humanitaria, se realiza mediante el suministro de apoyo en higiene, aseo, curaciones

médicas, permuta de ropa, orientación psicosocial y espiritual, lo anterior se lleva a cabo en los barrios los Sauces, Alfonso López y Centro de Popayán [45]. Igualmente ejecutan el programa *Dadles vosotros de comer* enfocado a 180 adultos y 20 niños y niñas abandonados, su objeto se basa en suministrar desayunos cada sábado siendo el escenario el Templo de la Primera Iglesia Bautista de Popayán [52], también desarrollan el programa *Dejan que los niños vengan a mí* con el fin de suministrar almuerzos cada domingo luego de la Escuela Bíblica Dominical en el cual se atiende aproximadamente a 70 niños, ofreciéndoles almuerzos que incluye carne, frijol, arroz, ensalada y jugo de diferentes frutas entre ellas naranja, guayaba, papaya, por lo cual se resalta que son atendidos por mujeres voluntarias que ayudan en la preparación y acondicionamiento de los alimentos, generalmente inician sus labores a las 3:00 a.m. hasta la 1:00 p.m., manteniendo la asepsia requerida como delantal, gorro, tapabocas y zapato cerrado para obtener alimentos inocuos aptos para consumo humano [54] [58], posteriormente cuentan con la *Casa de paso El Samaritano*, cuyo objetivo es alojar seguros y confortables a 14 adultos de la tercera edad brindándoles alimentación [55], por último se encuentra el programa *Ni yo te condeno*, el cual atiende a 124 madres cabeza de hogar y 153 niños y niñas en escenarios como Idema, Esmeralda y Alfonso López [53].

Buenas Prácticas en Seguridad Alimentaria y Nutricional en la Organización Red Gestores de vida-CORPOCIUR.

CORPOCIUR nace a partir de un proyecto realizado con la Fundación Comunicación Popular - FUNCOP entre los años 2000 - 2001 financiado con recursos internacionales por la Organización no gubernamental (ONG) - Solidaridad Socialista de Bélgica y consistía en la recuperación de espacios públicos en el suroccidente de Popayán, cuyo propósito se basaba en generar concientización a los habitantes de las comunas 7, 8 y 9, puesto que los espacios públicos como los parques se tienen en el imaginario de la comunidad como espacios utilizados para consumir bebidas alcohólicas, sustancias psicoactivas menos como sitios de encuentro para conversar, realizar actividades lúdicas o practicar deporte, igualmente se capacitaban aquellas personas que les gustara ser líderes y lideresas del sector en temas como empleo de guadua para la construcción de senderos

o nichos ecológicos, viveros o portales con el fin de lograr la interacción de la comunidad con el medio ambiente, lo anterior dio como resultado la conservación de 32 parques, además de los líderes y lideresas que se formaron a través del proyecto, ello dio lugar a la conformación de la parte legal de una corporación que hoy se conoce como Corporación Ciudad Red Gestores De Vida - CORPOCIUR. La misión de CORPOCIUR es capacitar a la comunidad en temas de salud, seguridad, soberanía y autonomía alimentaria y medio ambiente. La línea de acción de su visión para el año 2020 es fortalecer a la comunidad para que se empodere de sus territorios. Sus principales proyectos han sido Pensando Ciudad, Red de Agricultura Urbana donde interactuaban con profesionales de Cuba y Bélgica, también realizaron alianzas con organizaciones de los municipios de El Tambo, Timbío y Popayán con el fin de autofinanciar propuestas agrícolas y pecuarias [8].

CORPOCIUR contribuye a la seguridad alimentaria del municipio de Popayán a través de la implementación de programas de agricultura urbana, como huertas escolares, hospitalarias y comunitarias en espacios reducidos [21]. Su política se enfoca en garantizar la seguridad, soberanía y autonomía alimentaria de las comunidades rurales y urbanas de la capital caucana, desde el año 2010 aproximadamente la organización acompaña el proceso de construcción de la política pública de seguridad alimentaria para el municipio, junto con otros entes gubernamentales. En año 2011 “intervino para la aprobación del acuerdo a través del cual se aprueba la creación de las tiendas escolares saludables en las Instituciones Educativas de Popayán” [17].

Actualmente el “proyecto económico de CORPOCIUR consiste en la transformación de granos andinos como la quinua y otros de igual valor nutricional como el guandul en productos de panadería y pastelería que se distribuyen a hogares infantiles, cafeterías universitarias y la venta al menudeo en la sede ubicada en el barrio Pandigüando [9]. Uno de los principios de la organización es recuperar saberes y sabores ancestrales, a través de la estrategia ollas comunitarias denominado el punto del sabor alternativo, ubicada en la Institución Educativa Comuneros, Semillas de Esperanza en el barrio Nuevo Tequendama y Rico y Saludable en el barrio La Sombrilla, ofrecen servicios de desayunos, almuerzos, refrigerios, comidas para ocasiones especiales y de excelente calidad igualmente transforman alimentos

como papa sidra en julianas con jugo de naranja, albóndigas de lenteja, torta de zapallo, zanahoria y quinua. También brindan a la comunidad caucana capacitaciones en preparación de recetas a base de alimentos nutritivos y propios igualmente diferentes opciones para acceder a una alimentación buena sin afectar el bolsillo y Tiendas Escolares Alternativas, con el fin de crear buenos hábitos alimenticios [10]. De igual modo se capacita a un grupo de mujeres, docentes y estudiantes en manipulación de alimentos y transformación de productos a base de frutas, verduras y otros productos poco conocidos y consumidos pero con igual o más valor nutricional como la quinua, el guandul, la papa cidra. En total se capacitan seis grupos, tres de carácter comunitario en barrios del suroccidente de Popayán (Nuevo Tequendama, Colombia II Etapa, La Isla) y tres grupos escolares en igual número de Instituciones Educativas (El Mirador y César Negret) [17].

CORPOCIUR se ha vinculado con José Eusebio Caro, Escuela Normal Superior de Popayán, Comercial del Norte, Carlos M Simuns, Colegio Comuneros sede Galán 1, y Republica de Suiza [8] con el propósito de incentivar a los estudiantes a interrelacionarse con la naturaleza y formarse como futuros líderes que busquen beneficios para sus comunidades de origen, enfocándoles que a partir de esta se obtienen los alimentos que a diario consumen los seres vivos, una de las estrategias empleadas por la organización es denominar un día de campo en el cual se siembre diversidad de semillas como zanahoria, cilandro, guandul y así obtener productos en las mejores condiciones de calidad y saludables, con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida, de lo cual se concluye la importancia de fomentar huertas escolares para garantizar la seguridad alimentaria de una población [58].

Buenas Prácticas en Seguridad Alimentaria y Nutricional en la Asociación campesina municipio de Popayán Red de reservas naturales-ASOCAMPO. La Asociación Campesina municipio de Popayán Red de reservas naturales nace cuando los campesinos ven la necesidad de asociarse ante la presión de las comunidades indígenas sobre los terrenos de la cuenca río las Piedras, la cual se encuentra ubicada en la vereda de Quintana al oriente de la ciudad de Popayán, ASOCAMPO se constituyó el 4 de Noviembre de 2001,

a la cual pertenecieron agremiaciones conocidas como ASPROQUINTANA Y ASPROPIEDRAS, en el 2004 hace parte de la creación del Colegio Las Huacas, igualmente uno de sus fines como organización social fue salvaguardar los derechos de los campesinos y cuyo objetivo se enfoca en reclamar la satisfacción de sus necesidades, solucionar la problemática de la tierra y proteger de la ejecución de invasión a pequeños propietarios de extensiones menores a 60 hectáreas [16]. En la actualidad, las actividades de ASOCAMPO se enfocan sobre todo al fomento de técnicas orgánicas sustentables para la agricultura. Las cuatro metas principales de la organización son el mantenimiento de la integridad ecológica del territorio, la producción orgánica limpia, el fortalecimiento del trabajo colectivo y el mantenimiento de los recursos naturales. Desde una perspectiva más amplia, se consideran dentro de las actividades de ASOCAMPO la construcción de infraestructura, desarrollo de programas de formación para campesinos, trabajo en conjunto con organizaciones estatales para el mantenimiento de recursos. A julio del 2011 la asociación se componía de un total de 64 fincas en 9 Veredas. Cada vereda posee una escuela básica para niños hasta once años. Una escuela agrícola (Institución Agroecológica Las Huacas Popayán) es la encargada de enseñar los métodos y técnicas para el desarrollo de una agricultura sustentable y en lo posible, disminuir la migración a las ciudades [6] [2].

ASOCAMPO en el mismo año fortaleció el proceso de custodios de semillas y agricultura familiar, con el fin de cultivar las semillas ancestrales principalmente el maíz, apio y amarillo y de esta manera aprovechar lo que la naturaleza les brinda para mitigar problemas alimentarios como la desnutrición de niños y niñas a temprana edad. Las semillas son sembradas, recolectadas, acondicionadas y guardadas por los propios campesinos, en estopas, bolsas plásticas y en tarros con o sin ceniza con el fin de preservarlas, entre ellas la habichuela, papa, habas, arveja, frijol uva y siete colores, mejicano, mora de castilla, tomate de árbol, tomate de mesa, los cuales son obtenidos a partir del empleo y realización del abono orgánico, que en algunas fincas utilizan la lombriz californiana para producir el humus sólido y líquido. Algunas de las semillas y producción son vendidas pero la mayor parte son aprovechadas por quienes las plantan. También son intercambiadas por otras que no se encuentren en las fincas.

Los cultivos se producen en asociación con otros para evitar las posibles plagas y enfermedades, lo anterior respetando las costumbres tradicionales, por ejemplo la plantación de maíz junto al frijol y a la papa [4].

Igualmente uno de los principales enfoques de ASOCAMPO es contribuir al medio ambiente por medio del cual adapta diversas condiciones para contrarrestar el cambio climático sin que afecte la seguridad alimentaria de la población de la cuenca rio las piedras, entre las que se menciona diversidad de cultivos agropecuarios como cultivos intercalados /asociados, cultivos en invernadero y escalonamiento de siembras, a lo que se le suma ganado vacuno, ovino, especies menores y cultivo de trucha, con el fin de obtener productos de calidad [18].

4. Conclusiones

- La seguridad alimentaria es la disponibilidad y acceso a los alimentos de calidad y cantidad que sean inocuos y que permitan llevar una vida activa y saludable, a la cual han contribuido tres organización del municipio de Popayán, departamento del Cauca, implementando diversas estrategias, como los programas de alimentación, agricultura familiar y tiendas saludables.
- Los principales ejes de seguridad alimentaria y nutricional son la disponibilidad de alimentos, el acceso físico, social y económico a los alimentos, consumo de alimentos, aprovechamiento o utilización biológica y calidad o inocuidad.
- Red de Organizaciones Basadas en la Fè, CORPOCIUR, y ASOCAMPO, son las tres organizaciones que han venido contribuyendo a disminuir los índices de inseguridad alimentaria en el departamento del Cauca a través de sus diferentes proyectos, enfocados principalmente a las poblaciones más vulnerable de la capital caucana como niños huérfanos, adolescentes consumidores de sustancias psicoactivas, habitantes en la calle y de la calle y trabajadoras sexuales.

5. Recomendaciones

- Realizar una investigación a fondo sobre cada uno de los ejes de seguridad alimentaria y nutricional, con el fin de determinar estadísticamente la contribución de estos en la erradicación de la inseguridad alimentaria en las tres organizaciones mencionadas.

- Identificar las diferentes organizaciones que en la actualidad contribuyen en el fomento de la seguridad alimentaria y nutricional en todo el departamento del Cauca.

6. Agradecimientos

Los autores expresan agradecimientos al señor Cristóbal Ochoa Rivera de la Organización Red de Organizaciones Basadas en la Fè, a la señora Adriana Patricia Camayo Otero de la Corporación Ciudad Red Gestores de Vida-CORPOCIUR y a la señora María Golondrino de la Asociación Campesina Municipio de Popayán Red de Reservas Naturales-ASOCAMPO por la información brindada para la redacción del presente artículo.

7. Referencias

- [1] Alcaldía Municipal de Popayán; Secretaría de Salud Municipal; Comité Municipal de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Popayán; Secretaría de Educación y Cultura Municipal; Instituto Colombiano de Bienestar Familiar; Programa Conjunto de Adaptación al Cambio Climático de Naciones Unidas y Red de Organizaciones Basadas en la Fe. (2010). Política pública municipal de seguridad alimentaria y nutricional de Popayán. Cauca.
- [2] Anker, V. E.; Mascher, E. y Mergili, M. (2011). Cuenca Rio Las Piedras: ein Freiluftlabor fuer Initiativen zur Forderung nachhaltiger Landwirtschaft. (Pags.117-122).
- [3] Arteaga Ramírez, E. C. (2010). El Derecho a la Alimentación (Según los Instrumentos Internacionales de Derechos Humanos, la Constitución Política Colombiana y la Jurisprudencia de la Corte Constitucional), Santa fe de Bogotá, Colombia. (pags.10).
- [4] Asociación campesina municipio de Popayán Red de Reservas Naturales - ASOCAMPO. (1984). Reseña histórica ASOCAMPO.
- [5] Assunta, M.; Souza, L.; Paz Arruda T., Rosane, C. y Pozzagnol, M. (2016). Condiciones socioeconómicas e higiénico-sanitarias como dimensiones de la seguridad alimentaria y nutricional. *Rev. Chil Nutr. Brasil*. Vol. 43(1): 62-67.
- [6] Borsdorf, A.; Marchant, C. y Mergili, M. (2012). Agricultura ecológica y estrategias de adaptación al cambio climático en la Cuenca del Rio Piedras. (Págs. 9).
- [7] Bozón Martínez, E. (2014). La seguridad alimentaria y nutricional de Colombia, una prioridad. *Revista Cuadernos Latinoamericanos de Administración. Colombia*. vol. X (18): 1-2. ISSN 1900-5016.
- [8] Camayo Otero, A. P. Especialista en Pedagogía para el desarrollo del aprendizaje autónomo. (2017). Corporación Ciudad Red Gestores de Vida - CORPOCIUR.
- [9] Camayo Otero, A. P. (2016). Corporación Ciudad Red Gestores de Vida - CORPOCIUR.
- [10] Ciudadanos en Red. (2010). Una forma de tejer ciudad.
- [11] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura – FAO y Asociación Latinoamericana de integración - ALADI. (2016). Seguridad alimentaria, nutrición y erradicación del hambre: CELAC 2025.

- Elementos para el debate y la cooperación regionales, Santiago, Chile. (Pág. 20).
- [12] Comisión Multisectorial de seguridad alimentaria y nutricional. (2013). Estrategia nacional de seguridad alimentaria y nutricional 2013-2021. (Pag.8).
- [13] Comité Intersectorial de seguridad alimentaria y nutricional del Cauca. (2009). Plan de seguridad alimentaria y nutricional para el departamento de Cauca. Cauca sin hambre 2009 – 2018. Colombia.
- [14] Concejo Municipal de Popayán. (2011). Por medio del cual se adopta la Política Pública Municipal Alimentaria y Nutricional de Popayán. (Pag.1).
- [15] Consejo Nacional de Política Económica Social - CONPES 113. (2008). Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional - PSAN. Bogotá, Colombia.
- [16] Corporación Autónoma Regional del Cauca-CRC. (2006). Plan de ordenación y manejo de la subcuenca hidrográfica del río las Piedras. (Pag.55).
- [17] Corporación Ciudad Red Gestoras de Vida Popayán - CORPOCIUR. (2009). Plan de Seguridad Alimentaria y Nutricional para el departamento del Cauca “Cauca Sin Hambre 2009 – 2018”.
- [18] Devereux, T. y Acosta, M. (2013). Manual de las medidas de adaptación al cambio climático practicadas por los campesinos de ASOCAMPO de la cuenca Río Las Piedras, Cauca, Colombia. (Pág. 26).
- [19] Díaz Carreño, M. Á.; Sánchez León, M. y Díaz Bustamente, A. (2016). Inseguridad alimentaria en los estados de México: un estudio de sus principales determinantes. *Revista Economía, Sociedad y Territorio*. México. Vol. 16 (51): 459-483. ISSN 1405-8421.
- [20] Díaz, L. G.; Tarifa, P. G.; Olivera, S.; Gerje, F. L.; Benítez, M. B. y Ercoli, P. H. (2014). Capítulo I: Una mirada social y cultural de los alimentos. En: Alimentos: Historia, presente y futuro. Buenos Aires, Argentina, 1ra edición. ISSN 978 -950 - 00 -1048 -1. (Pág. 33).
- [21] El Liberal. (2013). Enseñando a pescar: La seguridad, soberanía y autonomía alimentaria de las comunidades rurales y urbanas de Popayán, algunos objetivos de CORPOCIUR.
- [22] Fondo de las Naciones Unidas para la infancia - UNICEF. (2012). Glosario de Nutrición: Un recurso para comunicadores. (Pag.11).
- [23] Gaviria Correa, A.; Giraldo Salinas, J. C.; Betancur Montoya, H. F. y Hoyos García, P. F. (2015). Plan de Seguridad Alimentaria y Nutricional del municipio de Medellín 2016-2028, Medellín, Colombia. (Pag.15).
- [24] Gobierno Nacional de Colombia. (2012). Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PNSAN) 2012-2019. (Pag.16).
- [25] González, M. A. (2013). La inocuidad en el Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional: análisis orientado a la valoración del concepto. *Revista Diaeta*. Argentina. Vol. 31 (145): 15-21. ISSN 0328-1310.
- [26] Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA. (2012). Situación de la seguridad alimentaria en las Américas, San José, Costa Rica. (Pag.43).
- [27] Lissbrant, S. (2014). Seguridad Alimentaria y Nutricional en la Región Caribe: Consecuencia de la desnutrición y Buenas prácticas como soluciones. *Revista Investigación & Desarrollo*. Colombia. Vol. 23 (1): 117-138. ISSN 2011-7574.
- [28] Lissbrant, S.; Coneo, Y. y Yepes, S. (2014). Sistematización de buenas prácticas de seguridad alimentaria y nutricional en la región Caribe Colombiana. *Revista Repositorio Dspace/Manakin*. 9-25. ISSN 2216-0434.
- [29] López Sàleme, R.; Díaz Montes, C. E.; Bravo Aljuriz, L.; Londoño Hio, N. P.; Salgado Pájaro, M. C.; Camargo Marín, C. C. y Osorio Espitia, E. (2012). Seguridad alimentaria y estado nutricional de las mujeres embarazadas en Cartagena, Colombia, 2011. *Revista Salud Pública*. Colombia. Vol. 14(2): 200-212.
- [30] Manrique Chica, O. y Rosique Gracia, J. (2014). Seguridad e Inocuidad Alimentaria en hogares de jornaleros de fincas cafeteras con y sin certificación del Suroeste de Antioquia-Colombia. *Revista Vitae*. Colombia. Vol. 21(1): 20-29. ISSN 0121-4004.
- [31] Martínez, R. y Palma, A. (2014). Seguridad alimentaria y nutricional en cuatro países andinos: Una propuesta de seguimiento y análisis. *Políticas sociales*. Santiago de Chile.19. ISSN 1564-4162.
- [32] Ministerio de la Protección Social; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Ministerio de Educación Nacional; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo; Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Departamento administrativo para la prosperidad social; Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF); Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER); y Departamento Nacional de planeación: DDA-DDRS. (2011). Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PLAN SAN) 2011-2019. (Pags.4-5).
- [33] Ministerio de Salud. (2016). ABECÈ de la Política de Seguridad Alimentaria y Nutricional. (Pag.1).
- [34] Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). Dimensión seguridad alimentaria y nutricional: Plan decenal de salud pública 2012-2021. (Pag.6).
- [35] Ministerio de Salud, Protección Social y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2013). Documento técnico de la situación en seguridad alimentaria y nutricional - SAN, Bogotá, Colombia. (Pág. 21).
- [36] Neufeld, Lynnette; Rubio, M.; Pinzón, L.; y Tolentino, L. (2010). Nutrición en Colombia: estrategia de país 2011-2014, Colombia. (Pag.20).
- [37] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2004). Seguridad alimentaria. (Pag.1).
- [38] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2006). Seguridad Alimentaria. (Pag.1).
- [39] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2011). La Seguridad Alimentaria: Información para la toma de decisiones. Guía práctica. (Pag.1).
- [40] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2013). Seguridad Alimentaria y Nutricional: Conceptos Básicos. (Pag.2).
- [41] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2014). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe. (Pag.26).
- [42] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2014). Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en Centroamérica y República Dominicana, Panamá. (Pag.18).
- [43] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2017). Estadística. (Pag.1).

- [44] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO y Organización Panamericana de la Salud - OPS. (2017). América Latina y el Caribe: Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional-Sistemas alimentarios sostenibles para poner fin al hambre y la malnutrición. (Pág. 56).
- [45] Organización Panamericana de la Salud - OPS; Organización para la Agricultura y Alimentación - FAO; Comisión Económica para América Latina - CEPAL; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y Oficina del Alto Comisionado de Naciones Unidas para los derechos humanos. (2014). Una mirada integral a las políticas públicas de agricultura familiar, seguridad alimentaria, nutrición y salud pública en las Américas: Acercando agendas de trabajo en las Naciones Unidas.
- [46] Perafán Ledezma, A. L. y Martínez Dueñas, W. A. (2016). Biopoder, desarrollo y alimentación en El Rosal, Cauca (Colombia). *Revista Colombiana Social*. Colombia. Vol. 39 (2): 183-201. ISSN 0120-159.
- [47] Primera Iglesia Bautista de Popayán. (2011). Portafolio de proyectos de desarrollo social, comunitario y humano.
- [48] Profamilia, Instituto Nacional de Salud, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Ministerio de Protección Social, Republica de Colombia, Coldeportes, Organización Panamericana de la Salud, Programa Mundial de Alimentos, Asociación Colombiana de Facultades de Nutrición y Dietética y Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2010). Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010 – ENSIN 2010.
- [49] Programa Conjunto Infancia, Nutrición y Seguridad Alimentaria y Ministerio de Desarrollo e inclusión social. (2012). Mapa de vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria, 2012.
- [50] Quiroga Villalobos, F. López Fisco, H. A. y Gordillo Motato, A. M. (2013). Documento Técnico de la Situación en Seguridad Alimentaria y Nutricional -SAN. Colombia.
- [51] Ramo Crespo, M. E. y González Pérez, M. M. (2014). Un acercamiento a la gestión de la seguridad alimentaria y nutricional desde los gobiernos locales. *Revista Cooperativismo y Desarrollo*. Cuba. Vol. 2(2): 1-16.
- [52] Rivera Ochoa, C. (2002). Plano prospectivo de la primera iglesia bautista de Popayán.
- [53] Rivera Ochoa, C. (2003). Plano prospectivo de la primera iglesia bautista de Popayán.
- [54] Rivera Ochoa, C. (2006). Plano prospectivo de la primera iglesia bautista de Popayán.
- [55] Rivera Ochoa, C. (2007). Plano prospectivo de la primera iglesia bautista de Popayán.
- [56] Rivera Ochoa, C. (2008 – 2009). Estructura proyectos de desarrollo social.
- [57] Rivero Lobo, B. y Aliaga Lordermann, J. (2014). Disponibilidad, consumo y utilización biológica de alimentos en Bolivia: análisis y perspectivas (1990-2030). *LAJED*. Bolivia. (22): 161-198. ISSN: 2074 – 4706.
- [58] Semilleros de Investigación GISA. (2015). Experiencias estudiantes grado once de la Escuela Normal Superior de Popayán. Universidad Cooperativa de Colombia sede Popayán.
- [59] Universidad Cooperativa de Colombia-UCC. (2013). Modelo de consumo sostenible de alimentos: Producción, Intervención y Nutrición a partir de experiencias significativas de Seguridad Alimentaria en el Departamento del Cauca: CORPOCIUR, Red de Organizaciones. (Pag.8).
- [60] Urquía Fernández, N. (2014). La seguridad alimentaria en México. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, México. *Salud Pública de México*; Vol 56(1): 92-98. ISSN 0036-3634.
- [61] Valdés G, L. N. (sF). La seguridad alimentaria. (Pag.63).

Diseño de un algoritmo de enjambre para el trabajo colaborativo de mini robots para recoger y clasificar piezas de diferentes formas y colores. Propuesta de semillero de investigación SYNAP

Design of a swarm algorithm for collaborative work of mini robots to collect and classify pieces of different shapes and colors. Seed proposal SYNAP Research

Roberto Encarnación Mosquera¹

¹Facultad de Ingenierías, Universidad Cooperativa De Colombia

¹roberto.encarnacion@ucc.edu.co

Resumen– Los enjambres están conformados típicamente por una población de agentes computacionales simples capaces de percibir y modificar su ambiente de manera local. Tal capacidad hace posible la comunicación entre los individuos, que detectan los cambios en el ambiente generado por el comportamiento de sus semejantes. Dentro de esta rama las técnicas principales son: la optimización por enjambre de partículas (Particle Swarm Optimization– PSO) y la optimización por colonia de hormigas (Ant Colony Optimization– ACO). Existen otros algoritmos que pueden ser catalogados dentro de esta rama, como lo son la optimización por enjambre de bacterias (Bacteria Swarm Foraging Optimization– BSFO), la búsqueda por difusión estocástica (Stochastic Diffusion Search– SDS) y el algoritmo de colmena de abejas artificiales (Artificial Bee Hive Algorithm– ABHA) [1]. Es necesario investigar en profundidad para poder encontrar metodologías que permitan el diseño, y la predicción certera de comportamientos de enjambre, partiendo de las características de los agentes individuales del enjambre. Para ello, son esenciales para el estudio sistemático de comportamientos herramientas de seguimiento, como el seguimiento por video. Este proyecto se dedica a la investigación sobre el diseño y optimización de reglas de interacción para un grupo de búsqueda y clasificación de piezas por colores, donde los robots tratan de lograr eficiencia temporal en la realización de una tarea de forma colectiva [2].

Palabras claves– Algoritmo, inteligencia enjambre, mini robot.

Abstract– The swarms are typically made up of a population of simple computational agents able to perceive and modify their environment locally. Such capacity makes communication possible between individuals, which detect changes in the environment generated by the behavior of their peers. Within this branch the main techniques are: Particle Swarm Optimization (PSO) and ant colony optimization (ACO). There are other algorithms that can be cataloged within this branch, such as Bacteria Swarm Foraging Optimization (BSFO), Stochastic Diffusion Search (SDS) and Bee Hive Algorithm (Artificial Bee Hive Algorithm- ABHA) [1]. It is necessary to investigate in depth to be able to find methodologies that allow the design, and the accurate prediction of swarming behaviors, starting from the characteristics of the individual agents of the swarm. For this, they are essential for the systematic study of behaviors follow-up tools, such as video monitoring. This project is dedicated to research on the design and optimization of interaction rules for a group of search and classification of pieces by colors, where robots try to achieve temporary efficiency in the accomplishment of a task collectively [2].

Keywords– Algorithm, swarm intelligence, mini robot.

1. Introducción

El presente trabajo tiene como propósito central la inclusión de una nueva línea de investigación para el trabajo del semillero SYNAP, como parte integral del grupo de investigación en ingeniería aplicada de la Universidad Cooperativa de Colombia en la sede

Popayán. Es un proyecto formativo, donde los estudiantes aprende a realizar revisiones sistemáticas de la información relevante a la robótica, modelos de inteligencia de enjambre y trabajo colaborativo. Después de ello, se hace una selección de del tipo de enjambre más apropiado para la clasificación y

categorización de piezas de colores distintos y que determine una optimización en los tiempos de resolución de dicho problemas. Los estudiantes del semillero SYNAP, los cuales se están formando como ingenieros de sistemas, su responsabilidad en el proyecto es apoyar la determinación del algoritmo, más que dedicarse al tema de la construcción electrónica de los mini-robots. En cuyo caso se emplearán desarrollos ya realizados pero que tengan la posibilidad de estructurar inteligencia colectiva para lograr conseguir una base de conocimientos lo suficientemente robusta para la resolución del problema de clasificación y priorización. El artículo está descrito de la siguiente manera: inicialmente se hace el planteamiento de un problema desde lo formativo, seguidamente se dan unas definiciones conceptuales y seguidamente en el desarrollo de la temática central del texto se describen los aspectos de la generación de nuevo conocimiento en esta investigación formativa. Finalmente se describen las conclusiones y las referencias.

2. Planteamiento del problema

Los procesos de formación en ingeniería hoy en día demandan un aprovechamiento y adquisición de competencias más oportuno por parte de los estudiantes. Cada vez la cantidad de información y las competencias que se deben adquirir tienen una mayor exigencia y demandan una atención prioritaria. No debe esperarse a que estudiantes de últimos semestres sean los que únicamente puedan ver o analizar las temáticas de inteligencia artificial y/o robótica, dado que estas temáticas son de especial interés en la elección de su formación profesional. Desde el punto de vista formativo en la Facultad de Ingenierías de Universidad Cooperativa de Colombia sede Popayán, no se tienen estructurados proyectos relacionados con Inteligencia Artificial y Robótica que promuevan el interés en esta línea por parte de los estudiantes.

El desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial con características de cognición para la resolución de problemas, exigen cada vez más infraestructura tecnológica para su despliegue. Los requerimientos de software y hardware son día a día mayores, requieren de unas inversiones considerables para lograr una apropiada velocidad de respuesta en el rendimiento de los sistemas. No han sido aprovechadas las ventajas que se tienen con el uso de inteligencias de enjambre para la resolución de problemas.

Se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Por medio del diseño de un algoritmo basado en parámetros de inteligencia artificial de enjambre para trabajo colaborativo de mini robots, es posible disminuir el tiempo en la resolución de tareas de clasificación de piezas de diferentes formas y colores?

3. Definiciones conceptuales

3.1 Robótica colaborativa

La necesidad de adaptación de los sistemas al ambiente determina la capacidad de aprendizaje y la colaboración colectiva que se debe tener para lograr la resolución de problemas complejos, es por ello que se busca con la robótica colaborativa obtener la mayor flexibilidad para resolver una gran cantidad de tareas mediante la estructura de un conocimiento colectivo [3]. Con el inicio del desarrollo en robótica colectiva en 1990 se desarrollaron sistemas multi-robot para realizar tareas básicas como dispersarse, reunirse y realizar búsquedas. A partir de estos estudios se determina que la mejor tarea que realizan los robots es empujar objetos. Una de las principales fallas que se presentaron con los sistemas multi-robot fue la comunicación entre individuos, lo que dio origen a la arquitectura de la tolerancia a fallos a nivel de comunicación con el proyecto “Martha” [4]. El MIT inicia sus trabajos incorporando el concepto de “Enjambres robóticos”, donde aplica las conductas animales para incorporarlas a las máquinas. El control de muchos individuos robóticos sin un mando central, se logra creando varios robots simples pero que estén dotados de la capacidad de resolver problemas en conjunto, destacando la simplicidad de las tareas individuales que se realizan. En estos casos el uso de comportamientos animales como el de los rastros que es copiado de las hormigas, permite resolver problemas como los de encontrar la menor distancia con la menor cantidad de obstáculos [5]. Actualmente los robots son utilizados para realizar tareas peligrosas, duras y repetitivas tales como la automoción (soldaduras, pintura, ensamble de piezas). En medicina son utilizados para investigación en ensayos peligrosos y mover objetos. También son usados en exploración en el fondo marino y en el espacio. En la imitación de comportamiento animal tales como las bandadas de pájaros, donde cada robot se rige a cuatro reglas básicas:

1. Evitar la colisión con los otros robots de la bandada.
2. Correspondencia de velocidad: lo cual se refiere a que cada robot intentara mantener la misma velocidad que sus colegas más cercanos.
3. Agrupamiento: Cada robot intentará acercarse a sus colegas sin colisionar.
4. Velocidad de viaje: La banda de robots deberá seguir un rumbo con velocidad constante [6].

3.2 Inteligencia de enjambres

Esta disciplina pertenece a la Inteligencia artificial enfocándose en analizar el comportamiento colectivo de los sistemas que carecen de una coordinación, que son auto-organizados, naturales o artificiales. El término inteligencia de enjambre fue generado por Gerardo Beni y Wang Jing en 1989, en el contexto de los sistemas robóticos móviles [7].

Inspirados por la naturaleza, especialmente por ciertos sistemas biológicos, los sistemas de inteligencia de enjambre están típicamente formados por una población de agentes simples que interactúan localmente entre ellos y con su medio ambiente. Los agentes siguen reglas simples y aunque no existe una estructura de control centralizado que dictamine el comportamiento de cada uno de ellos, las interacciones locales entre los agentes conducen a la emergencia de un comportamiento global complejo. Como ejemplos naturales se incluyen las colonias de hormigas, el alineamiento de las aves en vuelo, el comportamiento de rebaños durante el pastoreo y el crecimiento bacteriano [1].

3.3 Robótica de enjambres

Se caracteriza por ser tipo de coordinación de sistemas basados en agentes, que en este caso están conformados por muchos robots relativamente simples. El objetivo de esta aproximación es estudiar el diseño de robots (tanto a nivel físico, como de sus conductas de comportamiento), para lograr que se puedan obtener patrones de comportamiento colectivo predeterminados por las interacciones entre robots y de estos con su entorno, siguiendo patrones de comportamiento como los que se observan en los insectos sociales, llamados inteligencia de enjambre.

Se ha descubierto que al mejorar un juego de comportamientos individuales relativamente primitivos mediante sistemas de comunicación, surgirán un amplio conjunto de comportamientos complejos de enjambre. A diferencia de los sistemas de robótica distribuida en

general, la robótica de enjambres enfatiza en el uso de un elevado número de robots, y promueve la escalabilidad, por ejemplo empleando únicamente comunicación local. Dicho tipo de comunicación se consigue mediante utilización de sistemas de transmisión inalámbrica, tanto por Radio Frecuencia como por Infrarrojos.

La aplicación potencial de la robótica de enjambres incluye tareas que exijan, por un lado, la miniaturización extrema (nanorobótica, microrobótica), como por ejemplo sistemas distribuidos de sensores y actuadores en micro maquinaria o el cuerpo humano. Y por otro lado, la robótica de enjambres está indicada para tareas que exijan diseños extremadamente económicos, como por ejemplo para tareas de minería, o para sistemas de medición en agricultura. Artistas de vanguardia se valen de las técnicas relacionadas con la robótica de enjambres para crear nuevas formas de instalaciones de arte interactivo.

Tanto la miniaturización como el coste son factores restrictivos que enfatizan la simplicidad de los agentes individuales que componen el equipo, y por ende, motivan aproximaciones de inteligencia de enjambre para conseguir comportamientos que tengan sentido a ese nivel.

Este tipo de sistemas comparados con sistemas tradicionales, hacen ver que se pueden necesitar componentes complejos o una gran capacidad de procesamiento para conseguir llevar a cabo las tareas que tiene asignadas, el uso de robots simples tiene las siguientes ventajas [8]:

- Los sistemas robóticos de enjambre son tolerantes a fallos y robustos, ya que pueden seguir en funcionamiento ante el fallo de una unidad.
- Son sistemas con una alta escalabilidad, donde el tamaño del enjambre puede ser aumentado o disminuido según la tarea lo requiera.
- Enfatizan el uso del paralelismo, donde un conjunto de robots puede llevar a cabo una tarea más rápido que un único robot, descomponiendo la tarea en sub-tareas y ejecutándolas de manera concurrente.
- Y por regla general los sistemas de enjambre suelen ser más económicos. El coste de estos sistemas permite que sea factible la reparación o sustitución de estos equipos.

La aplicación de los principios enjambre a robots se llama robótica de enjambres, mientras que el término

"inteligencia de enjambre" se refiere al conjunto más general de los algoritmos. 'Predicción de Enjambres' se ha utilizado en el contexto de los problemas de previsión.

3.4 Optimización en la resolución de problemas

Cuando se quiere resolver aspectos relacionados con optimización, desde la interpretación de un problema del contexto real, se debe pensar en la necesidad de estructurar un modelo matemático que permita hacer la abstracción coherente. Este escenario es estudiado desde el dominio de las matemáticas con la ayuda de la investigación de operaciones. Tomando dichos modelos como referencias y al considerar una solución computacional, la inteligencia artificial (IA) permite encontrar la solución óptima en problemas de alta complejidad, tanto en espacios continuos como discretos. Los algoritmos de optimización son procedimientos matemáticos que encuentran un valor $\theta_i \in \mathbb{R}^n$, donde \mathbb{R}^n es un espacio n-dimensional de búsqueda, que minimiza o maximiza una función $J(\theta)$ [1], considerando algunas restricciones que están descritas en el modelo matemático inicial. La variable θ_i puede ser un escalar o un vector de valores discretos o continuos llamados funciones factibles, mientras que $J(\theta)$ es llamada función objetivo. De acuerdo a los conceptos de investigación de operaciones, una solución factible que minimiza o maximiza la función objetivo es llamada una solución óptima. Un tipo de problemas de optimización son aquellos que requieren combinaciones de valores, y se le denomina de optimización combinatoria [9]. En este proyecto se deben describir los lineamientos para resolver el problema de recolección y clasificación de piezas teniendo en cuenta las restricciones de color y forma.

Las evoluciones en los métodos de optimización combinatoria evolucionan vertiginosamente desde la resolución por búsquedas locales hasta el uso de algoritmos de poblaciones de múltiples agentes. Estos últimos son muy populares actualmente puesto que proveen buenas soluciones al utilizar un método constructivo para la obtención de la población inicial, y una técnica de búsqueda local para mejorar la solución de la población. Los métodos basados en poblaciones tienen la ventaja adicional de ser capaces de combinar buenas soluciones en orden de obtener unas mejores, ya que se considera que las buenas soluciones comparten

componentes con las soluciones óptimas. Este concepto es denominado computación evolutiva y en el contexto de este trabajo es fundamental su aporte, dado que para el caso de algoritmos de enjambre se tiene como referencia su propia taxonomía.

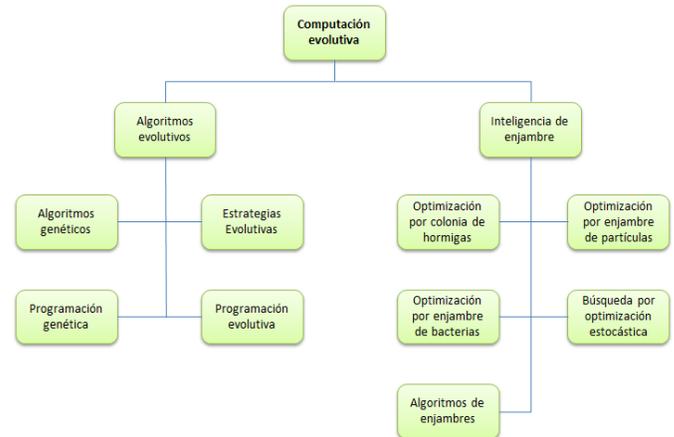


Figura 1. Computación evolutiva ([1]).

En el desarrollo de este proyecto se revisarán los lineamientos de cada uno de estos métodos de optimización combinatoria que permitirán al final determinar los parámetros necesarios para el algoritmo de enjambre

4. Resultados esperados

Con el desarrollo de este proyecto se pretende dar inicio al trabajo en la línea de investigación de inteligencia artificial en el semillero de investigación SYNAP, el cual esta adscrito al Grupo de investigación en ingeniería aplicada de la universidad cooperativa de Colombia sede Popayán. Seguidamente se pretende obtener las competencias de los estudiantes en el análisis sistemático de información por parte de los estudiantes que conforman el semillero. También se espera documentar dos (2) artículos de investigación aplicada que estén relacionados con robótica de enjambre e inteligencias de enjambre. Finalmente se pretende obtener un producto de nuevo conocimiento como lo es el algoritmo de recolección y clasificación por colores de las piezas distribuidas en un espacio bidimensional y acotado.

5. Actividades metodológicas propuestas

Algunas actividades metodológicas propuestas se centran en:

- Fundamentar teóricamente los métodos que emplean inteligencia artificial para implementación de algoritmos de enjambre.
- Fundamentar teóricamente los métodos que establecen el trabajo colaborativo para la solución de problemas.
- Categorizar y analizar las variables involucradas en los métodos que integran el diseño de algoritmos de enjambre.
- Identificar las variables que intervienen en el marco de trabajo basado en trabajo colaborativo.
- Realizar un Match entre los métodos de diseño de algoritmos de enjambre y trabajo colaborativo basado en inteligencia artificial.
- Determinar el método que más se ajusta de acuerdo a las variables identificadas.
- Sistematizar y analizar la información recopilada en matrices de análisis
- Elaborar un informe del trabajo realizado.
- Establecer los lineamientos de la prueba de clasificación de piezas.
- Formalizar el diseño y ensamble de los mini robots Arduino en motorización.
- Formalizar los procedimientos de comunicación para los mini robots.
- Montaje de instrumentos para la detección de piezas a clasificar.
- Diseño de instrumento que permita evaluar la efectividad de la aplicación del algoritmo de enjambre en la resolución del problema de clasificación de piezas por color y forma.
- Validación del algoritmo de enjambre para trabajo colaborativo de los mini robots.
- Socializar los resultados de la experiencia en campo frente a los actores involucrados de manera directa e indirecta en el proceso.

6. Coherencia con el área estratégica elegida

El proyecto de investigación se enmarca dentro del área estratégica de “Educación e investigación y desarrollo”, en educación por ser uno de los factores que más influye en el avance y progreso de personas y sociedades. Además de proveer conocimientos, la educación enriquece la cultura, el espíritu, los valores y todo

aquello que nos caracteriza como seres humanos, es uno de los pilares fundamentales de la formación universitaria; la educación impartida a los Ingenieros de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Popayán es una formación en donde se requiere de apoyo, acompañamiento, y asesoría, constante, etc. durante todo el proceso de aprendizaje, para que el alumno descubra el sentido a su vida, se trace metas, actúe con disciplina, visión, pasión y conciencia, de igual manera el cuerpo profesoral actúa como verdaderos gestores del conocimiento, al corriente de lo que ocurre y puede ocurrir en el mundo, adaptando su enseñanza a esa comprensión del mundo real. La formación profesional y técnica que se brinda se articula al entorno de las realidades socioeconómicas locales, regionales y nacionales, en el contexto actual, el cual está enmarcado en el contexto mundial de la gestión de las tecnologías de la información y de las comunicaciones. En la investigación por que se genera nuevo conocimiento, además de generar un círculo virtuoso de opiniones, permite mejorar el tema a investigar, ya que ayuda a establecer contacto con la realidad a fin de que se conozca y se entienda mejor, ayuda a desarrollar una creatividad y los dos “educación e investigación” aportan al desarrollo de la región y de la nación.

7. Conclusiones

Dado que el proyecto hasta ahora es un proceso formativo, cabe resaltar que desde ya ha generado impacto en el interés de los estudiantes por pertenecer al semillero de investigación SYNAP y comenzar su proceso de aprendizaje en inteligencia artificial.

Se comienza a la inclusión de una nueva línea de investigación para el semillero.

Este artículo aporta un primer paso en la estructuración de la manera como se debe abordar un proyecto de inteligencia artificial relacionado con conocimiento colectivo.

8. Agradecimiento

En esta oportunidad se agradece la oportunidad de publicación a la Universidad Cooperativa de Colombia, por el tiempo autorizado para el trabajo con el semillero de investigación SYNAP y poder así pertenecer al Grupo de investigación en Ingeniería Aplicada. También agradecer a la Red Temática en Inteligencia Ambiental y Tecnologías de la Información y

Comunicaciones – AmiTIC, porque en el marco del 4to. Congreso Internacional AmITIC 2017 abrió el espacio para realizar esta publicación. Agradecer a la Universidad Tecnológica de Panamá por la conformación del equipo de trabajo colaborativo e interinstitucional.

9. Referencias

- [1] Mario A Muñoz, Jesus A López, and Eduardo F Caicedo, "Inteligencia de enjambres: Sociedad para la solución de problemas (Una revisión)," *Revista ingeniería e investigación*, vol. 28, no. 2, pp. 119-130, Apr. 2008.
- [2] (2017) Bristol Robotics Laboratory. [Online]. <http://www.brl.ac.uk/research/researchthemes/swarmrobotics/swarmroboticsystems.aspx>
- [3] A Apolo and A Velasco, "Desarrollo de un sistema de robótica cooperativa entre dos elementos robots tipo robonova," Salgolqui, 2013.
- [4] F ALAMI, "Multi Robot cooperation in the MARTHA project," *Autom mag.*, 1998.
- [5] E Naone. (2001, June) MIT Tecnologic Review. [Online]. www.tecnologyreview.esrobotica+cooperativa
- [6] Proyect - Robot. (2014) Barcelona Moon Team. [Online]. www.barcelonamoonteam.com
- [7] Gerardo Beni and Jing Wang, "Swarm Intelligence in Cellular Robotic Systems," Springer, vol. 102, pp. 703-712, 1993.
- [8] SAmpere Tortosa, "Agentes y enjambres artificiales: modelo de comportamientos para sistemas de enjambre robóticos," *El taller digital*, 2013.
- [9] Hamdy Taha, "Modelado con programación lineal," in Taha, Hamdy. Mexico, Mexico: Pearson, 2012, ch. 2, pp. 13-24.

Diseño de Experimento: Aproximación metodología para el desarrollo de una aplicación interactiva de realidad virtual Inmersiva, para recrear la terapia espejo en la rehabilitación de pacientes amputados de miembros inferiores con dolor de miembro fantasma

Experimental Design: Approach methodology for the development of an immersive interactive virtual reality application, to recreate mirror therapy in the rehabilitation of lower limb amputee patients with phantom limb pain

Roberto Encarnación Mosquera ¹

¹ Facultad de Ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia
¹ roberto.encarnacion@ucc.edu.co

Resumen— La presente investigación denominada: “Diseño de experimento: Aproximación Metodología para el desarrollo de una aplicación interactiva de realidad virtual inmersiva, para recrear la terapia espejo en la rehabilitación de pacientes amputados de miembros inferiores con dolor de miembro fantasma (DMF)”. Tiene como propósito principal, proponer una aproximación metodológica enmarcada en patrones de diseño para el desarrollo de software, que permita realizar una aplicación interactiva de realidad virtual Inmersiva y que aporte recreando la terapia espejo para rehabilitación del dolor causado por el trauma de una amputación. Se soporta en la realización de un estudio acerca de los efectos que presentan las personas que han sufrido amputación de miembros inferiores, luego se analizan y seleccionan los diferentes métodos para la implementación de aplicaciones con realidad virtual y finalmente mediante el diseño de un experimento, se valida la eficacia de la aproximación propuesta. La terapia espejo [1] ha sido utilizada durante muchos años y pretende engañar al cerebro para poder eliminar las sensaciones que se presentan por la amputación. Se busca que mediante la aplicación interactiva se pueda potencializar el efecto de terapia espejo para la disminución del dolor.

Palabras claves— Amputación, Dolor fantasma, rehabilitación, realidad virtual.

Abstract— The present research denominated: "Experimental Design: Approach Methodology for the development of an interactive immersive virtual reality application to recreate mirror therapy in the rehabilitation of lower limb amputee patients with phantom limb pain (DMF)." Its main purpose is to propose a methodological approach framed in design patterns for software development that allows an interactive application of virtual reality Immersive and that recreates the mirror therapy to rehabilitate the pain caused by the trauma of an amputation. It is supported in the realization of a study about the effects that the people who have suffered amputation of inferior members, then the different methods for the implementation of applications with virtual reality are analyzed and selected and finally by the design of an experiment, Validates the effectiveness of the proposed approach. Mirror therapy [1] has been used for many years and attempts to deceive the brain in order to eliminate the sensations that arise from amputation. It is sought that through the interactive application can be potentiated the effect of mirror therapy for pain reduction.

Keywords— Amputation, Phantom Pain, rehabilitation, virtual reality.

1. Introducción

El presente investigación se enmarca en un diseño experimental, que permite validar una aproximación

metodológica. Los criterios de diseño que se definen tienen una estrecha relación con los efectos que padecen las personas que han sufrido un trauma en sus miembros

inferiores que les ha llevado a un procedimiento quirúrgico de amputación. El dolor residual que queda en el cerebro y que en muchos casos no se puede eliminar con tratamientos farmacéuticos, ha llevado a la necesidad de utilizar la terapia espejo para contrarrestarlo. En este proyecto se recrea con el desarrollo de una aplicación y mide su efecto dentro del objetivo de disminuir su impacto en las personas.

2. Planteamiento del problema

La aplicación interactiva que se desarrollará utilizará interfaces cerebro computador (BCI) que en este caso será un electroencefalógrafo (EEG), que combinado con señales detectadas desde un electro miógrafo (EMG) y los patrones de miembros virtuales, permitirán recrear la actividad del miembro fantasma para luego ser anulado por el cerebro contribuyendo de esta manera a la disminución del dolor fantasma. Pregunta de investigación:

¿Por qué los métodos aplicados a procesos de rehabilitación de síndrome de dolor fantasma disminuyen la calidad de vida de las personas amputadas en los procesos de recuperación?

Las preguntas que soportan este contexto son:

1. ¿Qué patrones de diseño de software utilizan las Aplicaciones de Realidad Virtual aplicadas a rehabilitación?
2. ¿Qué elementos constituyen el protocolo de atención de pacientes amputados en terapias virtuales de recuperación?
3. ¿Qué metodologías de investigación pueden ser usadas en el desarrollo de aplicaciones interactivas de rehabilitación?
4. ¿Qué tipos de publicaciones o foros se han dedicado al tema de rehabilitación con realidad virtual Inmersiva?

3. Planteamiento de la hipótesis

“El uso de entornos de realidad virtual inmersiva, que recrean la terapia espejo aplicable en procesos de rehabilitación de amputados de miembros inferiores, permite mejorar el síndrome de Dolor de Miembro Fantasma”.

3.1 Variables relacionadas

En este experimento se plante como variable independiente el dolor de miembro fantasma.

4. Definiciones Conceptuales

Entornos de realidad virtual: En la actualidad se utilizan técnicas terapéuticas que se apoyan con el uso de la realidad virtual para los tratamientos. Un ejemplo de ello es lo descrito en el artículo de M.P. Yagüe Sebastián “Los videojuegos en el tratamiento fisioterápico de la parálisis cerebral”, Este estudio muestra una evidencia estadísticamente significativa que apoya la mejoría en equilibrio, en satisfacción del paciente y una redistribución más adecuada en la carga de miembros inferiores. La realidad virtual ayuda en la consecución de diferentes objetivos fisioterápicos, siendo interesante su uso para mejorar el equilibrio y el control postural [2].

Hay fuertes evidencias científicas de los efectos beneficiosos de la RV en la recuperación motora del miembro superior en pacientes con ictus (Accidente cerebro vascular que afecta el movimiento en miembros superiores). Se necesitan estudios que profundicen en cuáles son los cambios generados en la reorganización cortical, qué tipo de sistema de RV es mejor utilizar, determinar si los resultados se mantienen a largo plazo, y definir qué frecuencias e intensidades de tratamiento son las más adecuadas [3] [4].

Dolor de Miembro Fantasma: El fenómeno del miembro fantasma es experimentado por casi todas las personas que sufren una amputación. La mayoría de pacientes sienten que la extremidad que falta está todavía ahí, y algunos pueden tener sensaciones vívidas respecto a la forma, longitud, postura y movimiento del miembro. Estas sensaciones fantasma no dolorosas raramente constituyen un problema clínico. Entre el 60 y el 80% de los amputados presentan también sensaciones dolorosas en relación con la extremidad carente. El dolor en el miembro fantasma suele ser intermitente, y en la mayoría de pacientes la frecuencia e intensidad de las crisis dolorosas disminuye con el tiempo. Sin embargo, en el 5-10% persiste un dolor importante. Igual número de pacientes desarrolla dolor crónico localizado en el muñón. Los mecanismos subyacentes del dolor en amputados no se conocen totalmente, pero existen factores tanto en el sistema nervioso central como en el periférico que desempeñan un papel en la génesis del dolor. El dolor previo a la amputación aumenta el riesgo de dolor en el miembro fantasma, pero probablemente no sea útil prevenir el dolor en el miembro fantasma mediante un bloqueo epidural previo a la intervención. El dolor posterior a la amputación puede ser difícil de tratar, y se dispone de

escasas evidencias a partir de ensayos aleatorizados que guíen a los clínicos en el tratamiento. Hasta que no se disponga de más datos clínicos, las guías y esquemas terapéuticos empleados para otras enfermedades con dolor neuropático son, quizá, la mejor aproximación. En general, el tratamiento debe ser conservador. La medicación incluye los antidepresivos tricíclicos, los bloqueantes del canal del sodio y, en ocasiones, los opioides.

Las restantes medicaciones deben ensayarse en centros especializados. Se deben probar los tratamientos tipo, por ejemplo, de la terapia física o la estimulación eléctrica transcutánea del nervio. La ventaja de estas técnicas radica en su ausencia de efectos secundarios y complicaciones, y en el hecho de que se puede repetir cuantas veces se requiera [5].

Rehabilitación de amputados: Una de las nuevas alternativas que se están aplicando a nivel internacional respecto a la recuperación de pacientes con dificultades para la movilidad, así como en proceso post-amputación son las aplicaciones interactivas que utilizan realidad aumentada y en otros casos realidad virtual Inmersiva, las técnicas de sensado por FeedBack [9]. En este tipo de desarrollos se logra potenciar los efectos de la neurorehabilitación y por ende mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Patrones de diseño de software

Al referirse a patrones de diseño para aplicaciones de realidad virtual, se debe considerar como un medio de comunicación en sí mismos, porque la participación corporal total en un mismo espacio compartido de telecomunicaciones generado por ordenador que podría estar dotado de retroalimentación multi-sensorial. Existen tres características fundamentales la RV frente a las animaciones 3D tradicionales son: el uso del tiempo real en el contexto, libertad de movimiento hacia cualquier dirección e inclusive dirigir la mirada; inmersión, perdiendo el contacto con la realidad exterior al percibir únicamente los estímulos del mundo virtual; e interacción con los elementos que lo conforman, que permite interactuar con el mundo virtual a través de diversos dispositivos de entrada, como: joysticks, guantes de datos, etc. Al considerar el objetivo de este proyecto este es uno de los aspectos que fundamenta esta investigación, dado que de la inmersión se espera potenciar el efecto de la terapia espejo mediante la

terapia virtual. La figura 1 ilustra la interacción de las características diferenciales de la realidad virtual frente a entornos 3D, poniendo de manifiesto la consideración de que los patrones de diseño deben considerarlas.



Figura 1. Características de la RV ([6])

Dentro de las aplicaciones de realidad virtual inmersiva, la facilidad de uso es una componente preponderante para la aceptación de las nuevas tecnologías por parte del usuario y en el caso de pacientes con traumas tan masivos como los de amputación es la primera premisa a considerar a la hora de diseñar software con propósitos de rehabilitación. En ese sentido el objetivo de los patrones de diseño debe ser el de apoyar la aceptación del usuario de las aplicaciones, por el cual se enfoca en la usabilidad de las aplicaciones en este dominio. Los patrones de diseño de interacción para las aplicaciones se basan en el método de enfoque de grupo; este concepto permite el análisis de tareas y necesidades [7]. Los resultados de los grupos se refieren a tipos específicos de contenido y se clasifican en tareas de usuarios genéricas, requisitos de contenido general y en requisitos generales de usabilidad. Se establecen como referente los patrones de diseño presentados por Kunert, los cuales se agrupan en patrones de Diseño de Pantalla, Navegación, Teclas de Control Remoto, Funciones Básicas, Presentación de Contenidos, Participación de los Usuarios, Introducción de Texto, Ayuda, Accesibilidad, Personalización y Grupos Específicos de Usuarios. Este marco genérico o framework de orientación integral para el diseño de interfaces de usuario, proporciona por cada patrón una plantilla que indica su nombre, ejemplos de aplicación, contexto, problemas, soluciones, evidencias y patrones relacionados. De ellos se toman se adaptan al tipo de aplicaciones interactivas de RV para este proyecto. En ellos se destacan las características de tiempo real y de interacción y se debe profundizar en los relacionados

con la inmersión para caracterizar el tipo de aplicación de este proyecto.

5. Objetivos del Proyecto

Objetivo general: Proponer una aproximación metodológica para el desarrollo de una aplicación interactiva de realidad virtual inmersiva, para recrear la terapia espejo en la rehabilitación de pacientes amputados de miembros inferiores con dolor de miembro fantasma.

Objetivos específicos:

- Identificar los métodos que integran el diseño de aplicaciones interactivas para rehabilitación de amputados, que permita establecer un marco de trabajo basado en patrones de diseño de software para aplicar en terapias con realidad virtual Inmersiva, fundamentado en razonamiento basado en casos.
- Crear la aplicación de realidad virtual inmersiva “Terapia Espejo Virtual” (TEVir), que utilice la metodología planteada y permita reducir el dolor de miembro fantasma, mejorando la calidad de vida en pacientes amputados de miembros inferiores.
- Realizar experiencias de campo con la aplicación de realidad virtual inmersiva desarrollada para pacientes amputados de miembro inferiores, con el fin de establecer tendencias e impacto en la disminución del dolor de miembro fantasma.

6. Diseño Experimental

En este proyecto se toma un tipo de experimento puro.

Descripción general:

La validación del proyecto planteado requiere realizar experimento en un grupo poblacional que padezca el síndrome de miembro fantasma, para ello se realizaron acercamientos iniciales con la tercera brigada del ejército nacional, donde se obtuvo la autorización para la realización del proyecto y aplicaciones de instrumentos al equipo de voleibol sentado de esta institución.

Selección del tipo de experimento:

Dentro de este proyecto se plantea utilizar un experimento verdadero

Descripción del diseño:

En este proyecto es de vital interés el poder analizar los efectos de la aplicación de las terapias con realidad virtual Inmersiva a pacientes que en primera medida han sufrido amputación y en segundo término que padecen el síndrome de dolor de miembro fantasma. Estos efectos deben ser observados a lo largo de un determinado periodo de tiempo, el cual puede ser medido en términos de mediano tendiente a largo. Para ver la evolución en la manipulación de la variable independiente que en este caso sería el Dolor fantasma, desde el diseño del experimento se debe establecer la aplicación de varias pos pruebas. Se plantea establecer de acuerdo a los periodos de prevalencia del síndrome en el paciente tener un primer grupo de personas que han sufrido recientemente el trauma de la amputación que en términos temporales puede ser de tres meses y un segundo grupo que ya tenga por lo menos más de dieciocho meses de haber sufrido dicho suceso. Por tanto al evaluar el efecto de la aplicación de la prueba, se requiere tener dos grupos definidos aplicando pre-prueba y pos-prueba para validar la eficacia, la figura 2 describe esta situación.

RG1	0 ₁	X ₁	0 ₂	0 ₃	0 ₄
RG2	0 ₅	X ₂	0 ₆	0 ₇	0 ₈

Figura 2. Modelo de pruebas de experimento (investigador).

Las pos pruebas que se apliquen deberán serán todas aquellas que se necesiten, la figura 3 indica las periodicidades propuestas para su aplicación.

	3 meses después del trauma		18 meses después	21 meses después	24 meses después
RG1	0 ₁	X ₁	0 ₂	0 ₃	0 ₄
RG2	0 ₅	X ₂	0 ₆	0 ₇	0 ₈

Figura 3. Periodos para aplicación de pos- pruebas a cada grupo.

7. Actividades metodológicas propuestas

- Fundamentar teóricamente los métodos que integran el diseño de aplicaciones interactivas para rehabilitación de amputados.

- Fundamentar teóricamente los métodos que integran el marco de trabajo basado en patrones de diseño en software para aplicar en terapias con realidad virtual Inmersiva.
- Categorizar y analizar las variables involucradas en los métodos que integran el diseño de aplicaciones interactivas para rehabilitación de amputados.
- Validar el marco de trabajo a utilizar.
- Sistematizar y analizar la información recopilada en matrices de análisis.
- Elaborar un informe del trabajo realizado

8. Coherencia con el área estratégica elegida

El proyecto de investigación se enmarca dentro del área estratégica de “Educación e investigación y desarrollo”, en educación por ser uno de los factores que más influye en el avance y progreso de personas y sociedades. Además de proveer conocimientos, la educación enriquece la cultura, el espíritu, los valores y todo aquello que nos caracteriza como seres humanos, es uno de los pilares fundamentales de la formación universitaria; la educación impartida a los Ingenieros de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Popayán es una formación en donde se requiere de apoyo, acompañamiento, y asesoría, constante, etc. durante todo el proceso de aprendizaje, para que el alumno descubra el sentido a su vida, se trace metas, actúe con disciplina, visión, pasión y conciencia, de igual manera el cuerpo profesoral actúa como verdaderos gestores del conocimiento, al corriente de lo que ocurre y puede ocurrir en el mundo, adaptando su enseñanza a esa comprensión del mundo real. La formación profesional y técnica que se brinda se articula al entorno de las realidades socioeconómicas locales, regionales y nacionales, en el contexto actual, el cual está enmarcado en el contexto mundial de la gestión de las tecnologías de la información y de las comunicaciones. En la investigación por que se genera nuevo conocimiento, además de generar un círculo virtuoso de opiniones, permite mejorar el tema a investigar, ya que ayuda a establecer contacto con la realidad a fin de que se conozca y se entienda mejor, ayuda a desarrollar una creatividad y los dos “educación e investigación” aportan al desarrollo de la región y de la nación.

9. Conclusiones

Se generan productos de nuevo conocimiento relacionados con las particularidades de diseño de aplicaciones interactivas de RV inmersiva Fortalecimiento de los semilleros y grupos de investigación en la Universidad cooperativa de Colombia dando pertinencia social a los proyectos Diseño de un experimento como componente metodológico que dará lugar a un secreto empresarial y/o posible patente.

10. Agradecimiento

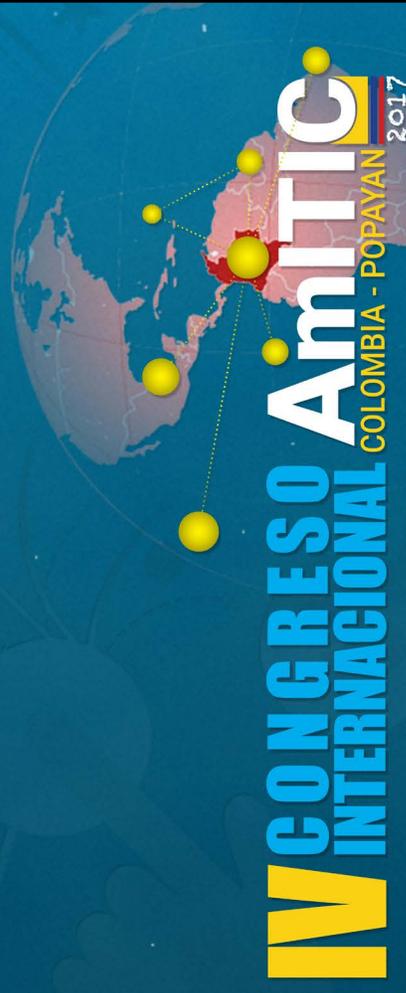
En esta oportunidad se agradecer la oportunidad de publicación a la Universidad Cooperativa de Colombia, por el tiempo autorizado para el trabajo con el semillero de investigación SYNAP y poder así pertenecer al Grupo de investigación en Ingeniería Aplicada. También agradecer a la Red Temática en Inteligencia Ambiental y Tecnologías de la Información y Comunicaciones – AmiTIC, porque en el marco del 4to. Congreso Internacional Amitic 2017 abrió el espacio para realizar esta publicación. Agradecer a la Universidad Tecnológica de Panamá UTP por la conformación del equipo de trabajo colaborativo e interinstitucional.

11. Referencias

- [1] Flor H, "Phantom-Limb pain as a perceptual correlate of cortical reorganization following arm amputation," *nature*, vol. 375, pp. 482-484, June 1995.
- [2] Sebastiana Yague, "Video games i physiotherapy of cerebral palsy," *Asociación española de Fisioterapeutas*, 2016.
- [3] maria Sobrino and susana prieto. (2015) Dialnet. [Online]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5450093>
- [4] julian Cardenas, "Sistema para rehabilitación del síndrome de miembro fantasma utilizando interfaz cerebro computador y realidad aumentada," *Revista iberica de sistemas y tecnologías de la información*, vol. 11, no. 4304, pp. 93-96, 2013.
- [5] melzack. (2011, Agosto) NCBI. [Online]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3198614>
- [6] Francisco Pérez, "Presente y Futuro de la Tecnología de la Realidad Virtual," *Creatividad y Sociedad*, vol. 15, no. 5, marzo 2011.

Día 3. Viernes 8 de septiembre de 2017 - Summer School -

8:30 a.m. - 9:00 a.m.	<i>"Investigación en Colombia", Dr. Fernando Colmenares, Universidad Cooperativa de Colombia</i>
9:00 a.m. - 10:00 a.m.	<i>Taller práctico "Valorar la idea es cuestión de trabajo en equipo", Mg. Julián Andrés Mera, Universidad Cooperativa de Colombia</i>
10:00 a.m. - 10:30 a.m.	<i>"Ecosistema Cluster CreaTIC", Mg. Wilfred Rivera, Corporación Cluster CreaTIC</i>
10:30 a.m. - 11:00 a.m.	<i>Taller práctico y estructura de ITSERVICES, ITSERVICES</i>
11:00 a.m. - 12:00 m.d.	<i>"Machine Learning, como técnica que permite un aprendizaje automático enfocado en dar soluciones factibles a problemas", Myp Microsoft John Ortiz Ordoñez, Microsoft</i>
12:00 m.d. - 12:30 m.d.	<i>"Comunicación e interacción por el uso de dispositivos tecnológicos y redes sociales virtuales en estudiantes universitarios", Dr. Luis Eduardo Ruano, Universidad Cooperativa de Colombia</i>
12:30 p.m.	<i>Palabras de cierre por el Ing. Roberto Encarnación Mosquera - Jefe de la Facultad de Ingenierías. Anuncio de la próxima edición de AmITIC 2018 - Dr. Vladimir Villarreal C - Universidad Tecnológica de Panamá - Presidente del Congreso -</i>



PROGRAMA DE ACTIVIDADES

6 - 8 SEPTIEMBRE DE 2017
Popayán, Colombia

Día 1. Miércoles 6 de septiembre de 2017 - Club Los Leones.

<p>9:00 a.m. - 9:30 a.m.</p>	<p>Palabras de bienvenida por Dra. Lina Marcela Zapata Directora Universidad Cooperativa de Colombia, Campus Popayán. Conferencia titulada "El Vice en la U" por el Mg. Daniel Quintero Calle, Viceministro de TI de Colombia con el tema Web Scraping de los Perfiles y Publicaciones de una Afiliación en Google Scholar utilizando Aplicaciones Web e implementando un Algoritmo en R. <i>Danny Murillo, Dabys Saavedra.</i> La videoconferencia como herramienta en el e-learning con los estudiantes de la especialización en docencia universitaria de la Universidad Cooperativa de Colombia. <i>Pedro Luis Huerdo-Tobar, Leonardo Cruz Beltrán.</i> AmIHEALTH: Plataforma web para el seguimiento y control de pacientes con problemas de hipertensión arterial en Panamá. <i>Manuel Saudio, Vladimir Villarreal.</i> Diseño y desarrollo de una aplicación móvil que facilite el seguimiento y control de pacientes hipertensos en Panamá. <i>Mel I. Nielsen P, Vladimir Villarreal.</i> APP - Como propuesta para mejorar el rendimiento académico de estudiantes de I y II semestre del programa de Ingeniería Industrial. <i>Geyni Arias Vargas, Alvaro Hernán Alarcón López.</i> Design of a swarm algorithm for collaborative work of mini robots to collect and classify pieces of different shapes and colors. Seed proposal SYNAP Research. <i>Roberto Encarnación.</i></p>
<p>9:30 a.m. - 12:00 a.m.</p>	<p>Redes de sensores aplicadas a telesalud. <i>Dr. Sixto Campana, Colombia</i> Diseño de un sistema de control y automatización de temperatura, humedad del suelo y humedad relativa para optimizar el rendimiento de cultivos bajo cubierta en CORHUILA. <i>Álvaro Hernán Alarcón López, Geyni Arias Vargas, Cristian Javier Díaz Ortiz, Juan David Sotto Vergara.</i> Prototipo de videojuego para respaldar la resiliencia en menores de edad víctimas del conflicto armado en el Municipio de Caldono Cauca. <i>Maria Daniela Encarnación Mosquera, Arbenis Guzman Omen, Julián Andrés Mera Paz, Jhon Anthony Ortiz Burbano, Harry Alexander Banguera Quiñonez, Rodrigo Alexander Gómez Salazar, Brayvan Steven Inchima Chicangana and Yonier Felipe Mosquera Angulo.</i> S.O. usados por los clientes de la red de la Universidad Cooperativa de Colombia campus Villavieco. <i>Carlos Ignacio Torres Londoño.</i> Guía metodológica de pruebas especializada en control y calidad de aplicaciones móviles fundamentados en la norma ISO 9241-11 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTS) 2016. <i>Christian Michael Ramos Lopez, Jhon Edinson Castro Lopez, Alberto Bravo Buchely, Dayner Felipe Ordoñez Lopez.</i> Sistema biométrico para control de acceso con doble validación. <i>Carlos Ignacio Torres-Londoño, Juan David Gallego-Giraldo, Andrés Felipe Garry-Florez.</i> Causas que conllevan a una inseguridad alimentaria. <i>Nory M. Joaquín G.</i> Estado actual de los niveles de desperdicio de las cadenas de abastecimiento de alimentos y políticas públicas a nivel mundial. <i>Noryda B. Mosquera C., Angie Alejandra Rivera.</i></p>
<p>12:00 p.m. - 2:00 p.m.</p>	<p>Almuerzo</p>
<p>2:00 p.m. - 2:45 p.m.</p>	<p>Impacto de un Objeto Virtual de aprendizaje que permite mantener y divulgar las prácticas de seguridad alimentaria y el rol de las mujeres. <i>Nohora Julieta Bolaños.</i> Realidad aumentada: una herramienta tecnológica para respaldar la resiliencia psicológica en menores de edad víctimas del conflicto armado caso Cauca. <i>Julián Andrés Mera Paz, Omar Alfonso Roncallo Cervantes, Roger Eduardo Valencia Ramirez, Fabio César Castaño Gonzales, Juan Carlos Villa Díaz.</i> Análisis sistemático de información de la Norma ISO 25010 como base para la implementación en un laboratorio de Testing de software en la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Popayán. <i>Julián Andrés Mera Paz, Mari Yicel Miranda Gómez, Sammy Cuaran Rosas.</i> Prototipo de Robot Paralelo Delta para fortalecer el proceso educativo a nivel superior. <i>José Serracin, Iveth Moreno, Tirone Vásquez, Isaac Bonilla</i> Software para el cálculo de la huella ambiental en la producción de cacao. <i>Irlesa I. Sanchez M, Jaime M. Cabrera M, Ferley Medina Rojas, Jhon Fernando Ortiz, Sergio Gordillo and Dídio Arbey Perdomo.</i> Prototipo para fortalecer los conocimientos y resolver problemas matemáticos basados en la multiplicación. <i>Oscar Iván Dactó Andelá, Lisbeth Teresa Sánchez Camayo and Julián Andrés Mera Paz.</i> Prototipo de guía didáctica para la enseñanza – aprendizaje de la Física en ingeniería mediada por herramientas digitales disponibles en la web – Uso de simuladores. <i>Jaime Malqui Cabrera M., Irlesa Indira Sánchez M., Ferley Medina Rojas, Juan Manuel Arias Rojas.</i> Seguridad alimentaria y nutricional en las organizaciones: CORPOCIUR, red de organizaciones basadas en la fe y ASOCAMPO en el Municipio de Popayán, Departamento del Cauca. <i>Leidy M. Trujillo C., Paola A. Trujillo C.</i></p>

Día 2. Jueves 7 de septiembre de 2017 - Club Los Leones.

<p>9:00 a.m. - 9:30 a.m.</p>	<p>Registro Adoptar una política de seguridad de la información basados en un dominio del estándar NTC ISO/IEC 27002:2013 para la Cooperativa Codelcauca. <i>Yiner Ramos, Orlando Urrutia, Dayner Ordoñez, Alberto Bravo.</i> Diseño y manufactura de pie Protésico. <i>John Alexander Hernández Martín, Luis Alberto Parra Piñeros, Cesar Augusto Pinzón Pinzón, Oscar Heli Berjano Peña, Jairo Alberto Romero Gutiérrez, Pedro Eladio García Benavides.</i> Técnica híbrida de estimación basada en el análisis de puntos de función y puntos de casos de uso. <i>Cesar Yesid Barahona Rodríguez, Daniel Sebastián Arias Rojas, Paola Andrea Chía Rodríguez.</i> Desarrollando software para el sector salud. <i>Francisco Javier Ramírez A.</i> Diseño de Experimento: Aproximación metodología para el desarrollo de una aplicación interactiva de realidad virtual Inmersiva, para recrear la terapia espejo en la rehabilitación de pacientes amputados de miembros inferiores con dolor de miembro fantasma. <i>Roberto Encarnación.</i> Estado actual de los desperdicios de frutas y verduras en Colombia. <i>Maritza M. Martínez A., Jelen C. Quintero P.</i> Uso de la Realidad Aumentada en la enseñanza-aprendizaje de ciencias naturales. <i>Lilita Muñoz, Reyes Montenegro, Baltazar Aparicio.</i> Desarrollo de un Framework computacional para la evaluación tecnológica de Energías Renovables para diferentes Comunidades. <i>Dr. Fernando Colmenares, Colombia</i></p>
<p>9:00 a.m. - 11:30 a.m.</p>	<p>Almuerzo</p>
<p>11:30 a.m. - 12:15 p.m.</p>	<p>Impacto de un Objeto Virtual de aprendizaje que permite mantener y divulgar las prácticas de seguridad alimentaria y el rol de las mujeres. <i>Nohora Julieta Bolaños.</i> Realidad aumentada: una herramienta tecnológica para respaldar la resiliencia psicológica en menores de edad víctimas del conflicto armado caso Cauca. <i>Julián Andrés Mera Paz, Omar Alfonso Roncallo Cervantes, Roger Eduardo Valencia Ramirez, Fabio César Castaño Gonzales, Juan Carlos Villa Díaz.</i> Análisis sistemático de información de la Norma ISO 25010 como base para la implementación en un laboratorio de Testing de software en la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Popayán. <i>Julián Andrés Mera Paz, Mari Yicel Miranda Gómez, Sammy Cuaran Rosas.</i> Prototipo de Robot Paralelo Delta para fortalecer el proceso educativo a nivel superior. <i>José Serracin, Iveth Moreno, Tirone Vásquez, Isaac Bonilla</i> Software para el cálculo de la huella ambiental en la producción de cacao. <i>Irlesa I. Sanchez M, Jaime M. Cabrera M, Ferley Medina Rojas, Jhon Fernando Ortiz, Sergio Gordillo and Dídio Arbey Perdomo.</i> Prototipo para fortalecer los conocimientos y resolver problemas matemáticos basados en la multiplicación. <i>Oscar Iván Dactó Andelá, Lisbeth Teresa Sánchez Camayo and Julián Andrés Mera Paz.</i> Prototipo de guía didáctica para la enseñanza – aprendizaje de la Física en ingeniería mediada por herramientas digitales disponibles en la web – Uso de simuladores. <i>Jaime Malqui Cabrera M., Irlesa Indira Sánchez M., Ferley Medina Rojas, Juan Manuel Arias Rojas.</i> Seguridad alimentaria y nutricional en las organizaciones: CORPOCIUR, red de organizaciones basadas en la fe y ASOCAMPO en el Municipio de Popayán, Departamento del Cauca. <i>Leidy M. Trujillo C., Paola A. Trujillo C.</i></p>
<p>12:15 p.m. - 2:00 p.m.</p>	<p>Almuerzo</p>

ORGANIZACIÓN

Copyright © AmiTIC 2017



CON EL APOYO

