

INGENIERIA, TECNOLOGÍA,

AUTOMATIZACIÓN:

Innovación y desarrollo

Editorial
**Corporación
CIMTED**

EDITADO ©
EN COLOMBIA

ISBN: 978-958-52097-0-1

CIITA
2018

Autores:

Arturo Victoria Rincon - Adriana Xiomara Reyes Gamboa -
Carlos Felipe Rengifo Rodas - Cristian Antonio Valdez Romero - Daniela
Pérez Oliveros - Danilo Antonio Molina Villarroel - Esperanza Díaz Vargas -
Gabriel Elías Chanchí - Gabriel Elías Chanchí Golondrino - Hernán Alonso López Ortiz
- Iván Felipe Rojas Téllez - Jaime Alfonso Arciniegas Ortiz - Jimmy Alexander Cortes Osorio - John
Jairo Gutierrez Jaraba - Jorge Luis Escobar Reynel - José German García Pernet - José Miguel Rubio León -
Juan Fernando Casanova Rosado - Katherine Márceles Villalba - Leonardo Juan Ramírez López - Libis Del Carmen
Valdez Cervantes - Liceth Marcela Domínguez Pinzón - Luis Eduardo García Jaimes - Mallory Julieth Muñoz Gutiérrez -
María Alejandra Sarmiento Bojorquez - María Isabel Vidal - Mario Ramón Macea Anaya - Mario Ricardo Pérez Valencia -
Marisella Restrepo Pérez - Mayté Cadena González - Oscar Julián Sarzosa Cerón - Samir Oswaldo Castaño Rivera - Sandra Patricia
Mateus Santiago - Thania del Carmen Tuyub Ovalle - Victor Hugo Mosquera Leytons

Primera edición

Comité Editorial

Los artículos que lleva el presente libro fueron evaluados por el comité de arbitraje del IV Congreso Internacional sobre Ingeniería, Tecnología y Automatización CIITA 2018; Bajo la presidencia del Magister Roger Loaiza Álvarez.



ISBN: 978-958-52097-0-1
Primera Edición
Marzo de 2019
© Derechos Reservados

Comité Académico y Científico:

°Phd. Sergio Tobón
°Dra. Judith Francisco Pérez
°Dra. María Lorena Serna Antelo
°Mg. Roger Loaiza Alvarez
°Dr. Álvaro Hernán Galvis Panqueva
°Dr. Alex William Slater Morales
° Dr. Vivian Aurelia Minnaard
°Dr. Martín Gabriel De Los Heros Rondenil
°Dr. Javier Darío Canabal Guzmán
°Dr. Francisco Javier Maldonado Virgen
°Ing. Francisco Américo Sirvente
° Dr. Francisco Jaime Arroyo Rodríguez

Editor:

Corporación Centro Internacional de Marketing
Territorial para la Educación y el Desarrollo.
Corporación CIMTED
Nit:811043398-0
editorialcimted@gmail.com

Cuidado de la Edición: Juliana Escobar Gómez
Carrera 20 # 5 – 02 Código postal 055017
La Ceja, Antioquia – Colombia
www.cimted.org
www.memoriascimted.com

Las opiniones expresadas en los artículos son de exclusiva responsabilidad de los autores y no indican, necesariamente, el punto de vista de la Corporación CIMTED. Todo el contenido de este Libro está protegido por la ley según los derechos Materiales e intelectuales del editor (corporación CIMTED) y de los ponentes (autores), que participaron en este libro. Por tanto, no está permitido copiar o fragmentar con propósitos comerciales todo su contenido sin la respectiva autorización de los anteriores. Si se hace como un servicio académico o investigativo debe contar igualmente con permiso escrito de sus autores y citar las respectivas fuentes. Más informes editorialcimted@gmail.com, y con los respectivos autores, cuyas direcciones aparecen al inicio de cada capítulo. Publicación electrónica editada en Colombia. Editado en La ceja, Antioquia – Colombia Editor: Corporación Cimted ©

Presentación

El vertiginoso desarrollo del conocimiento ha llevado al hombre a desagregarlo a través de la ingeniería, (como resultado de la integración de las artes y la técnica), de la ciencia y de la tecnología. Cada campo del conocimiento se ramifica en especializaciones, lo cual ha permitido que evolucionen nuevas y muchas profesiones en el mundo. Según el último informe del FMI, Fondo Monetario Internacional, se prevé que la mayoría de los países de América Latina y el Caribe emerjan gradualmente de la recesión que ya está terminando, pero para lograr un crecimiento sólido e inclusivo en el futuro próximo, “la región tiene que subsanar las brechas en infraestructura y mejorar los resultados de educación” entre otros indicadores (Perspectivas económicas: Las Américas, mayo, 2017). En el mismo aspecto el crecimiento económico en América latina se expandirá 2 por ciento en 2018, pero se prevé que, a partir de los años siguientes, el crecimiento permanezca en un nivel moderado de 2,6 por ciento. Para hacer expandir estos índices más allá de lo indicado, es necesario fortalecer redes de ciencia y tecnología que den valor agregado al esfuerzo institucional de científicos, ingenieros y tecnólogos. Lo cual se inicia con la socialización del “saber” y del “hacer”.

Abundan los eventos de formación del talento humano, con el apoyo de las TICs; esto es necesario, pero no suficiente pues aun somos dependientes, tecnológicamente hablando, de los países desarrollados. Desde 1991 con el apoyo del BID, (Banco Interamericano de Desarrollo) y de la Comunidad Europea con el programa ALFA (América Latina Formación Académica), se está construyendo un tejido de redes de investigación para que el trabajo colaborativo se promueva. También con la formación de científicos y el intercambio de estudiantes y profesores (Programa Erasmus). Pero pocos medios de comunicación del conocimiento se dan a través de simposios, congresos y publicaciones seriadas e indexadas. Por tanto, es necesario disponer de estrategias para que la ciencia y la tecnología en su libre acceso, lleguen a los países dependientes a través de la información y la aplicación tecnológica. Sólo así las tendencias mundiales de la sociedad del conocimiento podrán hacer nicho en el ámbito iberoamericano.

Por lo anterior el CIITA 2018 y este libro que es una compilación de memorias de un certamen académico y científico, es un punto de encuentro multidisciplinar, al convocar en un sólo evento, o un libro en tres disciplinas, la ingeniería, la tecnología y la síntesis de estas, la automatización. El entramado se completa a través de la innovación y el desarrollo con las experiencias en energía, ambiente, la inclusión por medio de las TICs y los nuevos escenarios educativos.

La cita con el CIITA fue del 4 al 6 de diciembre de 2018, en la hermosa ciudad de Medellín, la ciudad industrial de Colombia y la más innovadora del mundo del año 2013” (The Wall Street Journal y Citigroup, 2013). ¡Sean bienvenidos!

Roger Loaiza Álvarez Director
General del CIITA 2018

“Todos los hombres desean por naturaleza saber” (Aristóteles).

“¡Que delicioso es saber, así de las cosas no sabemos sino el nombre!”. (A. Borrero, 1983)

Agradecimientos

A todos los autores y sus esfuerzos por crear ambientes diferentes de aprendizaje y enseñanza, a sus investigaciones y a las instituciones que los han apoyado para generar una producción significativa que aporte a la mejora de la calidad académica de América Latina.

Autores:

Arturo Victoria Rincon - Adriana Xiomara Reyes Gamboa - Carlos Felipe Rengifo Rodas - Cristian Antonio Valdez Romero - Daniela Pérez Oliveros - Danilo Antonio Molina Villarroel - Esperanza Diaz Vargas - Gabriel Elías Chanchí - Gabriel Elías Chanchí Golondrino - Hernán Alonso López Ortiz - Iván Felipe Rojas Téllez - Jaime Alfonso Arciniegas Ortiz - Jimmy Alexander Cortes Osorio - Johon Jairo Gutierrez Jaraba - Jorge Luis Escobar Reynel - José German García Pernet - José Miguel Rubio León - Juan Fernando Casanova Rosado - Katerine Márceles Villalba - Leonardo Juan Ramírez López - Libis Del Carmen Valdez Cervantes - Liceth Marcela Domínguez Pinzón - Luis Eduardo García Jaimes - Mallory Julieth Muñoz Gutiérrez - María Alejandra Sarmiento Bojorquez - María Isabel Vidal - Mario Ramón Macea Anaya - Mario Ricardo Pérez Valencia - Marisella Restrepo Pérez - Mayté Cadena González - Oscar Julián Sarzosa Cerón - Samir Oswaldo Castaño Rivera - Sandra Patricia Mateus Santiago - Thania del Carmen Tuyub Ovalle - Victor Hugo Mosquera Leyton

Tabla de contenido

Presentación	3
Agradecimientos.....	4
Autores:	5
Capítulo 1: Herramienta para la Investigación y Desarrollo de Circuitos Electrónicos en Corriente Directa Soportada por Aplicación Móvil Android	7
Capítulo 2: Desarrollo de agentes conversacionales inteligentes utilizando tecnologías de nube.....	22
Capítulo 3: Recomendaciones de usabilidad para el diseño de sitios web dirigidos a la población infantil	38
Capítulo 4: Modelo de club de aprendizaje en automatización de pruebas para empresas desarrolladoras de software.....	54
Capítulo 5: Nivel de uso de las TIC en estudiantes de bachillerato de la Universidad Autónoma de Campeche	69
Capítulo 6: Directrices para el diseño de juegos serios accesibles	84
Capítulo 7: GUI para análisis de desempeño de algoritmos de reconstrucción de imágenes EIT	99
Capítulo 8: Sistema de asistencia basado en visión para personas con discapacidades motoras en miembros superiores e inferiores.	113
Capítulo 9: Asistente de identificación 2D de formas y posición de objetos para personas con discapacidad visua	128
Capítulo 9: Sistema IoT Para el Monitoreo y Evaluación de Niveles de Co y Co2 en el Aire en Establecimientos de Cuidado Infantil	147
Capítulo 10: Análisis de un modelo de gestión del conocimiento aplicado a Sistema de gestión de calidad: Caso Universidad Pública	155
Capítulo 11: Método de control multivariable aplicado a un proceso de secado de producto húmedo.....	172
Capítulo 12: Capacitación y formación en competencias gerenciales para supervisores de una empresa floricultora de la Sabana de Bogotá.....	188

Capítulo 1: Herramienta para la Investigación y Desarrollo de Circuitos Electrónicos en Corriente Directa Soportada por Aplicación Móvil Android

Libis Valdez, Msc¹, Cristian Valdez, Ing², and Johon Gutiérrez, Msc³

¹Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo, Colombia, libis.valdez@tecnar.edu.co

²Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo, cristian@cvrelectronic.com

³Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo, Colombia, johon.gutierrez@tecnar.edu.co

Sobre los autores

Libis Valdez Cervantes: Magister en Educación a Distancia E-learning (CIU), Magister en Ingeniería Electrónica (UNINORTE), Especialista en Sistemas de Telecomunicaciones (UNINORTE), Experta en Procesos E-learning (FATLA), Ingeniera Electrónica, Decana de la Facultad de Diseño e Ingeniería de la Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo – TECNAR. Docente de la Especialización Tecnológica en E-learning..

Correspondencia: libis.valdez@tecnar.edu.co

Cristian Valdez Romero: Ingeniero Electrónico, Tecnólogo en Electrónica y Telecomunicaciones, Técnico Profesional en Electrónica de la Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo – TECNAR, Gerente General de la empresa CVR Electronics.

Correspondencia: cristian@cvrelectronic.com

Johon Gutierrez Jaraba: Magister en Ingeniería Ambiental (UN), Magister en Sostenibilidad (Universidad de Lanus - Arg), Especialista en Manejo de Agua (IHE - Holanda), Especialista en Administración Ambiental de Zonas Costeras (UTadeo), Especialista en Docencia Universitaria (Uninorte), Ingeniero Civil (UCartagena). Director del Centro de Investigaciones de la Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo – TECNAR, Docente en la misma institución.

Correspondencia: johon.gutierrez@tecnar.edu.co

Resumen

El estudio de la ciencia de la electrónica, al igual que otras ciencias requiere el manejo de diferentes variables las cuales se maniobran con el fin de obtener algún tipo de respuesta dentro de un sistema. Para realizar estos procedimientos, es indispensable el uso de diferentes instrumentos de medida los cuales permiten visualizar el estado y/o valor real de dicha variable, lo que hace que los diseños electrónicos sean mucho más precisos y fáciles de diseñar e implementar. La educación cada vez busca ser más intuitiva, sencilla, eficaz y eficiente, por lo que es de suma importancia la implementación de herramientas didácticas, como las apps. En el caso de nuestra propuesta, se presenta una herramienta que desde un dispositivo móvil, consigue facilitar el proceso de pruebas y/o medición de múltiples variables eléctricas, el mismo fue construido para ser capaz de reunir en una sola aplicación algunas herramientas básicas necesarias para la implementación, diseño y prueba de circuitos electrónicos, que acompañado de un software

que trabaja sobre la plataforma del sistema operativo Android OS, brinda apoyo permanente para lograr la optimización del proceso de aprendizaje y desarrollo tecnológico.

Palabras Claves: Aplicación, Enseñanza, Electrónica, Android, Dispositivos

Tool for the Research and Development of Electronic Circuits in Direct Current Supported by Android Mobile Application

Abstract

The study of the science of electronics, like other sciences requires the management of different variables which are maneuvered in order to obtain some type of response within a system. In order to carry out these procedures, it is essential to use different measuring instruments which allow to visualize the status and / or real value of said variable, which makes the electronic designs much more precise and easy to design and implement. Education increasingly seeks to be more intuitive, simple, effective and efficient, so it is very important to implement teaching tools, such as apps. In the case of our proposal, we present a tool that, from a mobile device, facilitates the process of testing and / or measuring multiple electrical variables, it was built to be able to gather in a single application some basic tools necessary to the implementation, design and testing of electronic circuits, accompanied by software that works on the platform of the operating system Android OS, provides ongoing support to achieve the optimization of the learning process and technological development.

Keywords: *Application, Teaching, Electronics, Android, Devices*

Introducción

Al analizar la diversidad de herramientas necesarias para llevar a cabo prácticas o pruebas de diseño electrónico y la complejidad de uso que cada uno de estos dispositivos posee, se pensó en ¿Cómo implementar en un solo sistema, diferentes tipos de herramientas básicas para uso en laboratorios de pruebas y diseño electrónico, ofreciendo una interfaz de control y soporte gráfica y de muy fácil uso para el usuario final? El principal problema que encontramos en la mayoría de los laboratorios para diseño electrónico es que estos cuentan con espacios muy reducidos, tan reducidos que si necesitamos usar una fuente de alimentación, un generador de señales y un osciloscopio quedamos sin espacio para maniobrar en el montaje de nuestro diseño, lo que incrementa la probabilidad de fallas y aumenta el tiempo empleado para realizar dicha investigación. Además la complejidad individual de uso de cada una de las herramientas encontradas en los laboratorios hacen que el proceso de aprendizaje sea mucho más lento y complicado por lo que se hace necesario la implementación de herramientas de desarrollo cada vez menos complejas y que por el contrario sirvan como ayuda a los usuarios, ofreciendo soporte en muchas áreas dentro de los diversos campos del área de ingeniería.

Durante muchos años, los seres humanos sintieron la necesidad de almacenar y procesar información lo que dio origen a dispositivos computacionales los cuales suplían esta necesidad.

Un computador o computadora es una maquina utilizada por el hombre para desempeñar diversas funciones, si hablamos del origen del computador nos tendríamos que remontar hasta la edad antigua cuando los hombres Vivian en las cavernas, como sabemos el hombre primitivo no contó con ningún medio para realizar cálculos y operaciones. (Padilla, 2011).

La primera generación de computadoras comprende desde el año 1944 a 1956, en esta primera generación se da la creación de la computadora MARK I que fue desarrollada por Howard Aiken, en este periodo se desarrolla la segunda guerra mundial motivo por el cual muchos proyectos quedaron inconclusos, pero también hubieron proyectos impulsados por este mismo motivo que fue la guerra, que hizo que se logren grandes desarrollos, es así como se crea la computadora ENIAC (Electronic Numerical Intregator and Calculator) que era una enorme computadora la cual ocupaba más de una habitación, pesaba más de 30 toneladas y trabajaba con más de 18 mil tubos de vacío, una de sus características importantes fue que usaba el sistema binario en lugar del sistema decimal, luego fue construida por Eckert y Mauchley la computadora EDVAC (Electronic, Discrete Variable Automatic) que contaba con un programa, este programa le permitía al computador alternar las operaciones dependiendo de los resultados obtenidos previamente. (Padilla, 2011)

Anteriormente los sistemas electrónicos en su mayoría, se basaron en transistores como método de regulación, conmutación o control de los dispositivos. Con la aparición de los circuitos integrados el tamaño de estos sistemas se redujo a tal magnitud que dentro de un solo chip del tamaño de un transistor de la época podemos encontrar circuitos enteros capaces de realizar una tarea específica o programable.

Esta tecnología avanzó a tal magnitud que se logró la creación de circuitos integrados programables, los cuales mediante la recepción de una serie de señales eléctricas adoptan una configuración específica con el fin de realizar una tarea.

Luego aparecieron los microprocesadores, estos eran circuitos integrados programables capaces de procesar y almacenar información. El Intel 4004 fue el primero microprocesador en un chip de la historia, también fue el primer microprocesador disponible comercialmente (Intel, 1971- 2011).

Con el tiempo surgió la necesidad visualizar la información tratada dentro de los sistemas, lo que dio lugar a sistemas de visualización tales como los tubos de rayos catódicos (CRT del inglés Cathode Ray Tube), estos son tubos de vacío de vidrio dentro de los cuales un cañón de electrones emite una corriente de electrones guiada por un campo eléctrico hacia una pantalla cubierta de pequeños elementos fosforescentes. En el tubo de rayos catódicos, un cañón electrónico produce y confina un haz de electrones que envía hacia una pantalla recubierta de material luminiscente, de forma que cuando los electrones chocan contra ella emite luz cuya intensidad o brillo, es proporcional a la cantidad y velocidad de los electrones incidentes. (ECURED, 2016)

Las tecnologías orientadas a visualización de información fueron avanzando hasta llegar a las tecnologías que hoy se conocen tales como la LCD, LED entre otras.

Con el tiempo, se fueron creando sistemas computacionales mucho más inteligentes y gracias a la creación e implementación de circuitos integrados se logró reducir a gran escala el tamaño de

todo tipo de dispositivo capaz de desarrollar operaciones complejas o de ayuda para las personas, tanto que para finales del siglo XX estos dispositivos podían ser portables y de gran funcionalidad. Tan portables y funcionales que Según un estudio de Consumo Digital (Techtracker) del Ministerio de las TIC el 42% de las personas que usan celulares en Colombia tienen teléfonos inteligentes. (MinTic, 2014) Según un informe de eltiempo.com, el 7,9 por ciento de los usuarios utiliza dispositivos móviles Apple, el sistema operativo móvil dominante es Android, con el 86,6 por ciento de la participación en el mercado. Solo el 3,5 por ciento prefiere los teléfonos equipados con Windows Phone. Lo que muestra la preferencia de los usuarios por este sistema operativo abierto a los usuarios para que los mismos puedan crear o usar aplicaciones que suplan una necesidad personal o global. (El Tiempo, 2015).

A diario la tecnología avanza a pasos agigantados, por lo que las herramientas necesarias para el desarrollo de los dispositivos que hacen parte de la vida cotidiana deben avanzar junto con estas tecnologías.

Anteriormente las herramientas para medición de variables eléctricas estaban compuestas por sistemas netamente análogos basándose en su mayoría en los efectos de los campos magnéticos siendo el galvanómetro el método más usado para proporcionar indicación visual acerca de variables eléctricas medidas como voltaje y corriente, un galvanómetro es un aparato que se emplea para indicar el paso de pequeñas corrientes eléctricas por un circuito y para la medida precisa de su intensidad. (Gluones, 2009) Luego se integraron varias herramientas de medidas dentro de un solo dispositivo como lo fue el multímetro, este dispositivo posee la capacidad de realizar medidas de corrientes, voltajes, resistencias, continuidad, entre otras.

Estas herramientas fueron evolucionando y se complementaron con sistemas digitales con el fin de mejorar la experiencia del usuario mostrando al mismo, información más detallada acerca de las variables que se miden.

Con el proyecto se busca diseñar e implementar un dispositivo electrónico capaz de unificar algunas herramientas básicas necesarias para la implementación, diseño y prueba de circuitos electrónicos, acompañado de un software que correrá en dispositivos móviles que trabajen sobre la plataforma del sistema operativo Android OS. El cual cuenta con diferentes servicios diseñados para brindar apoyo permanente en cuanto a información, funcionamiento y usos de los dispositivos electrónicos más usados por los estudiantes y profesionales del área de la ingeniería electrónica con el fin de optimizar el proceso de aprendizaje y desarrollo en esta área.

La mayoría de los laboratorios para el aprendizaje de la ciencia de la electrónica cuentan con diferentes tipos de herramientas las cuales sirven para medir o generar señales. En su mayoría estos sistemas son netamente análogos lo que exige un mayor esfuerzo del usuario final al momento de poner en sintonía el dispositivo. En nuestros días el auge de la electrónica digital va en aumento lo que ha hecho que los sistemas análogos adopten este tipo de tecnologías con el fin de optimizar los procesos; por ello para lograr implementar la electrónica digital dentro de la electrónica análoga se hace indispensable disponer de una serie de herramientas básicas las cuales facilitarán las pruebas de diseño electrónico tales como:

Generador de funciones: El generador de funciones es un equipo capaz de generar señales variables en el dominio del tiempo para ser aplicadas posteriormente sobre el circuito bajo prueba, Las formas de onda típicas son las triangulares, cuadradas y sinodales. También son muy utilizadas

las señales TTL que pueden ser utilizadas como señal de prueba o referencia en circuitos digitales. Otras aplicaciones del generador de funciones pueden ser las de calibración de equipos, rampas de alimentación de osciloscopios, etc. (Electrónica, ntf)

Fuente de alimentación: se encarga de transformar la corriente alterna de la línea eléctrica comercial que se recibe en los domicilios (220 volts en la Argentina) en corriente continua o directa; que es la que utilizan los dispositivos electrónicos tales como televisores y computadoras, suministrando los diferentes voltajes requeridos por los componentes, incluyendo usualmente protección frente a eventuales inconvenientes en el suministro eléctrico, como la sobretensión. (Concepto de ntf)

Convertor ADC (análogo-digital): un convertidor análogo-digital es un dispositivo que ofrece una salida digital a partir de una señal analógica de entrada. Realiza las funciones de cuantificación y codificación. (Areny, 1993)

Amperímetro: Un amperímetro es un instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico. Los amperímetros, en esencia, están constituidos por un galvanómetro cuya escala ha sido graduada en amperios. El aparato descrito corresponde al diseño original, ya que en la actualidad los amperímetros utilizan un convertor analógico/digital para la medida de la caída de tensión sobre un resistor por el que circula la corriente a medir. La lectura del convertor es leída por un microprocesador que realiza los cálculos para presentar en un display numérico el valor de la corriente circulante. (TOVAR, 2007).

TTL Y CMOS: TTL y CMOS son estándares de niveles lógicos establecido para sistemas digitales, los niveles lógicos para TTL son de 0 a 5v, 0v para un cero lógico y 5v para un uno lógico. Mientras que para CMOS se establece 0v para un cero lógico y desde 3,3v a 5v para un uno lógico. (Wakerly, 2001)

Bluetooth: Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz. (Portátiles, 2014).

Cuando se inicia con el estudio de la ciencia ingeniería electrónica se encuentran una amplia gama de componentes y variables utilizados para la investigación y el desarrollo de diseño electrónico, a su vez la diversidad de instrumentos de medición aumenta la complejidad del proceso de aprendizaje. Se necesita como mínimo el uso de dos dispositivos (generación, medición), para poder realizar cualquier tipo de laboratorio o prueba de un diseño electrónico y cada uno de estos dispositivos posee un grado de complejidad propio para su respectivo uso; generadores de señales, fuentes de alimentación, voltímetros, amperímetros, osciloscopios, puntas lógicas, son algunos de los dispositivos usados dentro de un laboratorio básico. Los avances tecnológicos de alguna forma han dejado a un lado las herramientas para aprendizaje y desarrollo netamente analógicas y se han complementado con sistemas digitales. Lo anterior ha ayudado a incrementar la confiabilidad, precisión y exactitud en los equipos con el fin de optimizar los diseños. Además este tipo de dispositivos en su mayoría poseen indicadores visuales, lo que hace más intuitivo el uso de los mismos y por ende disminuyen el grado de complejidad en el proceso de aprendizaje.

La convergencia de herramientas para realizar pruebas de laboratorio o diseño electrónico tales como fuentes de alimentación con voltajes de salida fijos o variables, generadores de señales cuadradas y sinusoidales con amplitud fija y frecuencia variable, generador de señales PWM (Pulse Width Modulation) con frecuencia fija de 1Khz y duty cycle (ciclo de trabajo) variable de 0 a 100% , conversores ADC (Conversor Análogo Digital) de 10 bits, punta lógica capaz de censar estados lógicos TTL (lógica transistor a transistor) y CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) , voltímetro DC (Corriente Directa) con capacidad de lectura de voltaje de 0v a 24v DC, amperímetro capaz de medir la corriente circulando por la fuente de alimentación, en un solo dispositivo complementado y controlado con sistemas digitales más un software que corre sobre dispositivos móviles con el sistema operativo Android OS (Sistema Operativo), que por medio de una interfaz visual e intuitiva facilita el proceso de desarrollo y a su vez ofrece, cuando el usuario lo solicita, el valor o estado de las variables medidas en tiempo real. Adicionalmente el software desarrollado cuenta con diferentes servicios los cuales servirán de apoyo para estudiantes, docentes y profesionales con el fin de facilitar el proceso de desarrollo y aprendizaje.

En este documento se entregan detalles tanto de la implementación de la herramienta multifuncional como del desarrollo del software móvil y sus aplicativos haciendo énfasis en los procesos de diseño, programación y montaje generales.

Metodología:

Durante el desarrollo de este proyecto se adoptó un enfoque explorativo bajo una lógica de investigación desarrollativa, en el que se buscó diseñar e implementar un dispositivo electrónico el cual sirva como solución a una problemática constante dentro de los laboratorios para diseño y pruebas en el campo de la electrónica dentro de la fundación tecnológica Antonio de Arévalo TECNAR.

Antes de empezar con la implementación del dispositivo se debió estudiar estándares y normas básicas para los sistemas de generación y medición de señales, transmisión inalámbrica de datos, Protocolo SPP Bluetooth, programación para Micro-controladores, desarrollo de software para SO Android. Luego se procedió con la selección y evaluación de los componentes electrónicos necesarios para leer y/o generar las señales propuestas. Una vez terminado el proceso de selección y evaluación se dio paso al desarrollo de los firmwares y software para la generación de señales, lectura de variables de tensión y corriente, comunicación de dispositivos, transmisión/recepción de datos.

Cuando se lograron estos procesos se inició con el diseño y desarrollo de la placa base (PCB), lo que permitió que el proyecto entrara en fase de pruebas y configuraciones finales. Al culminar la fase de prueba se realizó el diseño e implementación del chasis del dispositivo y se dio paso al proceso final de diseño, implementación y pruebas del dispositivo. En la implementación, podemos resaltar 10 fases claramente definidas, de acuerdo a lo siguiente:

- Fase 1: Diseño y cálculo de planos.
- Fase 2: Integrar y controlar un sistema generador digital de señales sinusoidales y cuadradas.

- Fase 3: Diseñar e implementar una fuente de alimentación variable con indicador digital de voltaje y el generador de PWM controlado por software.
- Fase 4: Integrar conversores ADC
- Fase 5: Diseñar e implementar el Sistema detector de estados digitales TTL, CMOS (punta lógica), el sistema generador de señal digital de reloj con frecuencia variable controlado por software y una terminal con capacidad de envío/recepción de datos y velocidad de transmisión/recepción de datos variable.
- Fase 6: Construcción de un sistema de medida de tensión de corriente directa (Voltímetro DC) y del Sistema de medición de consumo de corriente (amperímetro).
- Fase 7: Integración de los sistemas diseñados y construidos, dentro un único dispositivo.
- Fase 8: Diseño e implementación del software capaz de gestionar, controlar el dispositivo principal por medio de una conexión inalámbrica vía bluetooth, incluido el protocolo de comunicación para el intercambio de datos entre el dispositivo móvil y el dispositivo central.
- Fase 9: Diseño e implementación del software (aplicativo) para ofrecer información acerca de las variables de voltajes, corrientes, frecuencias que se manejan dentro del dispositivo central y medición de resistencias.
- Fase 10: Diseñar e implementación del aplicativo para la consulta de especificaciones de componentes electrónicos tales como: transistores, diodos, scr, triac, reguladores de voltaje, amplificadores operacionales, drivers de comunicaciones, compuertas lógicas y descripción de algunos principios básicos de electrónica y/o funcionamiento de algunos componentes electrónicos (tutoriales).

Análisis de resultados o Desarrollo

Al analizar la diversidad de herramientas necesarias para llevar a cabo prácticas o pruebas de diseño electrónico y la complejidad de uso que cada uno de estos dispositivos posee, se pensó en cómo unificar diferentes tipos de herramientas básicas para uso en laboratorios de pruebas y diseño electrónico, ofreciendo una interfaz de control y soporte gráfica de muy fácil uso para el usuario final.

La educación cada vez busca ser más intuitiva, sencilla, eficaz y eficiente. Por lo que es de suma importancia la implementación de herramientas didácticas. En el campo de la Electrónica, se busca que las herramientas faciliten el proceso de pruebas y/o medición de múltiples variables eléctricas. El uso de las nuevas tecnologías móviles sirve como apoyo en el proceso de aprendizaje ya que permite la visualización, almacenamiento y consulta de información de forma local o externa (internet).

Las técnicas de enseñanza y aprendizaje buscan por lo general, formas gráficas, prácticas y didácticas con el fin de optimizar el proceso (EDUCACION, 2009). Los sistemas son cada vez más simples, desde su planeación se busca que el usuario final no dependa de un manual para poder dar uso al dispositivo. Sino que por el contrario se busca que el dispositivo sea el guía creando entornos gráficos y familiares los cuales sirven como ruta al correcto uso del dispositivo.

A partir de la última década de nuestro tiempo se ha visto como se busca la unificación de los sistemas, un claro ejemplo son los teléfonos móviles, los cuales cada vez integran más dispositivos

con el fin de aumentar sus prestaciones y por ende se más atractivo y cómodos para el usuario final.

Los permanentes avances tecnológicos buscan de alguna manera optimizar o facilitar situaciones o procesos de la vida cotidiana, por lo que también han sido integrados a los sistemas de educación con el fin de optimizar el proceso de aprendizaje. Para esto se ha hecho uso de computadores personales o teléfonos inteligentes con los que se podría tener acceso a un sinnúmero de posibilidades a la hora de manipular información. Si bien es cierto el adquirir un computador personal requiere de un esfuerzo económico significativo, mientras que adquirir un teléfono inteligente es mucho más fácil, obteniendo excelentes prestaciones.

Según un estudio de Consumo Digital (Techtracker) del Ministerio de las TIC e Ipsos Napoleón Franco, acerca de las preferencias digitales en nuestro país, indica que el 42% de los colombianos que usan celular, tienen teléfonos inteligentes, los cuales corren diferentes sistemas operativos siendo tres los más destacados: Android, IOS y Windows. En la mayoría de los casos se menosprecian las prestaciones que nos brindan sistemas operativos completos y robustos como lo son los anteriormente nombrados. (MINTIC, 2015)

Android OS lidera la lista como sistema operativo más usado a nivel mundial, según encuestas 8 de cada 10 personas que poseen teléfonos inteligentes corren como sistema operativo Android OS siendo mucho más abierto al desarrollo que IOS por lo que se elige como plataforma base para crear un software de monitoreo, control y soporte para nuestros diseños y/o prácticas de laboratorio. (Grupo Adslzon, 2013). Android tiene como característica principal proporcionar al usuario final una amplia gama de programas (App) las cuales apoyan las actividades cotidianas. Además, este sistema operativo es abierto al desarrollador, lo que permite que cualquier persona con conocimientos previos de programación pueda desarrollar sus propios programas (App) con el fin de abastecer un requerimiento personal o colectivo. Este sistema operativo fue diseñado para teléfonos celulares los cuales para esta época cada vez están dotados de un mejor hardware con el fin de optimizar los procesos. La unificación de estos dos sistemas ha dado como resultado una nueva gama de potentes computadoras modernas.

Implementación del Sistema.

Para el desarrollo general de la aplicación móvil se usará el ambiente integrado de desarrollo Basic4android en su versión libre (Trial versión) el cual permite el desarrollo de aplicaciones para dispositivos con sistema operativo Android OS usando el lenguaje de programación Basic. La aplicación generada es nativa para el sistema operativo Android, ya que este IDE al compilar traduce el código escrito en Basic a un código compatible en el lenguaje de programación nativo para Android (Java).

Este IDE es tan completo que permite el acceso a los diferentes periféricos de comunicación que posee cada dispositivo en particular tales como: Bluetooth, Wifi, NFC. Además también permite gestionar cada uno de los sensores que posee el dispositivo terminal Android.

Diseño

La pantalla principal de la aplicación móvil cuenta con seis botones redondos de color verde marino, cada uno de estos botones cuenta con un icono que pretende dar una representación gráfica

de la función del botón. Cada de uno de estos botones da acceso a los diferentes servicios integrados dentro del mismo software.

Se usó un fondo simple, color negro para combinar con el color verde de los botones. Se usa esta combinación de colores con el fin de resaltar el color de los botones y además crear un ambiente familiar para el usuario final



Figura 1. Interfaz de usuario menú principal

Botón 1: Acceso a servicio para simular el funcionamiento de compuertas lógicas.

Botón 2: Acceso servicio para medición de resistencias por código de colores

Botón 3: Acceso a servicio para visualizar en valor medido de voltaje DC generados o medidos por el la herramienta de laboratorio multifuncional en tiempo real.

Botón 4: a servicio para visualizar tutoriales sobre el uso de componentes electrónicos o de principios básicos de electrónica

Botón 5: acceso a servicio para consulta de especificaciones de los componentes electrónicos más usados para laboratorios básicos de electrónica:

Botón 6: Acceso a servicio para gestionar conexión inalámbrica con el dispositivo central.

1. Servicio simulador de compuertas lógicas

Este servicio simula el funcionamiento independiente de las compuertas lógicas OR, NOR, XOR, AND, NAND, NOT usadas en los sistemas digitales.

2. Servicio identificación de resistencia por código de colores

Este servicio usa el código de colores impreso en las resistencias eléctricas para calcular el valor de la misma.

3. Servicio monitor de voltajes generados y medidos por la herramienta de laboratorio multifuncional

Este servicio, brinda al usuario la posibilidad de usar su teléfono móvil como un monitor. Una vez ingresamos a este servicio tendremos la capacidad de visualizar en tiempo real los voltajes generados y medido por el dispositivo base (herramienta multifuncional de laboratorio) con el fin de brindar información detallada sobre estas variables y de una manera más intuitiva.

4. Servicios visor de tutoriales

Este servicio pretende ser la principal herramienta de apoyo del usuario. Dentro de este servicio el usuario encontrará una serie de tutoriales los cuales le ayudará a resolver preguntas, recordar o aprender nuevos temas; Los videos tutoriales se almacenarán dentro del teléfono móvil una vez instalada la aplicación.

5. Servicio visor de características funcionales de componentes electrónicos con base de datos local y conexión a internet

Este servicio busca brindar al usuario una herramienta de soporte en la que este cuente con la posibilidad de realizar consultas sobre las características funcionales básicas de componentes electrónicos comunes.

6. Boton conexión inalámbrica

Este boton es el encargado de iniciar el emparejamiento con la herramienta multifuncional. Al presionar este boton se genera una lista de los dispositivos previamente emparejados con el telefono movil. El usuario deberá escoje el dispositivo identificado como HMLETECNAR_N(x) donde x es el numero del dispositivo. Una vez echo esto el usurio podrá recibir datos desde el dispositivo central y visualizarlos con el servicio monitor de datos.

Implementación de hardware para la herramienta multifuncional para laboratorios de electrónica

La herramienta multifuncional para laboratorios de electrónica es un dispositivo que integra algunas herramientas utilizadas comúnmente para desarrollo y pruebas dentro del campo de la electrónica análoga y digital.

Con el fin de dar la posibilidad al usuario de disponer de todas las herramientas que posee el dispositivo en tiempo real, este sistema fue desarrollado en forma modular logrando que el usuario pueda ejecutar tareas en segundo plano.

Con esto el usuario podrá por ejemplo generar una señal de PWM y al mismo tiempo podrá generar una señal sinusoidal. El dispositivo está conformado por dos fuentes de alimentación. Una de ellas es usada para alimentar los circuitos de control y la otra será para uso del usuario.

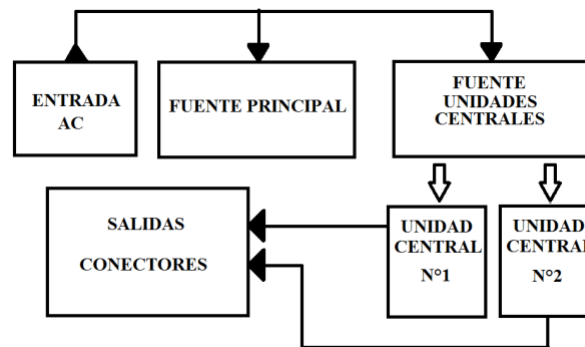


Figura 2. Diagrama de bloques herramienta multifuncional

ENTRADA AC: El dispositivo será alimentado por la red eléctrica a 115v AC, esa entrada es pasada a un transformado de voltaje el cual en su núcleo secundario genera un voltaje de salida de 18vAC con núcleo central (9V-0-9V) con capacidad de corriente de 2Amp.

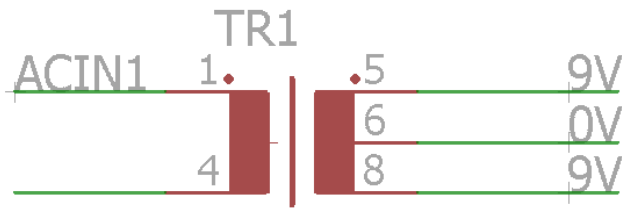


Figura 3. Transformador AC 120vac a 9vac

FUENTE PRINCIPAL: Esta fuente es la encargada de convertir el voltaje AC obtenido en el núcleo secundario del transformador de voltaje y convertir este en voltaje DC variable de 1.2vdc hasta 24vdc, proporcionando al usuario un amplio rango de niveles de tensión para la alimentación de sus proyectos.

FUENTE UNIDADES CENTRALES: Esta fuente de alimentación es totalmente independiente a la fuente del usuario por lo que en caso de cortocircuitos dentro de la fuente de alimentación disponible para el usuario, esta no se verá afectada de ninguna manera.

UNIDAD CENTRAL N° 1: Esta unidad central es la encargada de controlar y generar las señales tratadas por el sistema, esta soporta las siguientes aplicaciones.

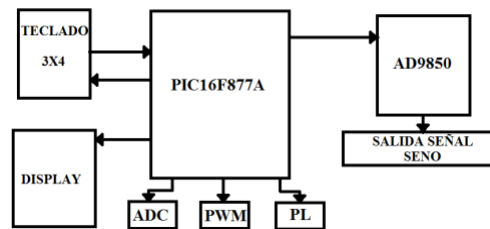


Figura 4. Diagrama de bloques unidad central N° 1

UNIDAD CENTRAL N°2: Esta unidad es la encargada de leer la información de todos los voltajes y corrientes manejadas en el dispositivo, además esta unidad es la encargada de establecer comunicación inalámbrica con el teléfono inteligente del usuario final y a su vez transmitir la información.

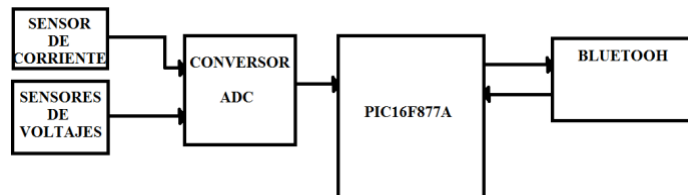


Figura 5. Diagrama de bloques unidad central N°2

SALIDAS/CONECTORES

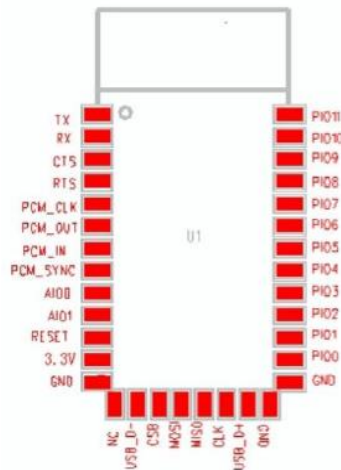


Figura 6. Pines de entradas/salidas HC-05

Resultados:

Esta investigación abarcó tanto el estudio y desarrollo de sistemas básicos de generación, control y medida de señales análogas y digitales como el desarrollo de un software de soporte para lograr la implementación de un dispositivo en el que se unifican la mayoría de las herramientas básicas para la realización de pruebas o prácticas de diseño electrónico dentro de un laboratorio con el fin crear un ambiente familiar, didáctico e intuitivo el cual busca que el estudiante, maestro o profesional del área de la electrónica reduzca el tiempo empleado para la realización de una práctica de laboratorio contando con soporte permanente.

El dispositivo construido cuenta con capacidad de medida de voltaje en DC hasta de 24v en dos puntos simultáneamente, corriente máxima de 4 amperios dividida por los tres sistemas de regulación de voltaje [variable (0-24v), 5v y 12v], generador de señal sinusoidal de 1vpp con frecuencia variable de 0 a 2Mhz, generador de PWM con frecuencia fija de 1Khz y duty cycle variable de 0 a 100%, punta lógica capaz de detectar estados lógicos binarios (1-0) en sistemas TTL y CMOS, conversor análogo-digital el cual muestra en tiempo real el valor de un registro de 10 bits en el display del dispositivo.

El software que se desarrolló para dispositivos móviles y sistema operativo Android fue implementado para prestar cinco servicios orientados a apoyar al usuario en lo que se refiere a información. En las pruebas realizadas, los usuarios fueron capaces de visualizar en la pantalla de su teléfono móvil en tiempo real los valores de voltaje medidos, además del voltaje variable y corriente de consumo de la fuente de alimentación haciendo uso del servicio monitor y conexión inalámbrica Bluetooth.

El software cuenta con un servicio orientado principalmente a usuarios sin ningún tipo de experiencia en el campo del diseño electrónico el cual pretende agilizar el proceso de identificación del valor de una resistencia. Este servicio es capaz de mostrar el valor de una resistencia usando su código de colores.

Para entender el funcionamiento de los sistemas digitales, se hace necesario conocer el comportamiento de componentes electrónicos básicos como compuertas lógicas. El software contó con un servicio que simula el funcionamiento independiente de compuertas lógicas AND, NAND, OR, NOR, NOT, XOR, el cual enseña al usuario el comportamiento lógico de estos componentes.

Se pudo comprobar que los usuarios pudieron consultar referencias de componentes electrónicos haciendo uso de uno de los servicios disponibles en el software. Este servicio cuenta con una pequeña base de datos local la cual contiene algunos de los componentes electrónicos más usados en prácticas de laboratorios. Además, este servicio cuenta con conexión directa a la base de datos de alldatasheet.com lo que le brinda al usuario la posibilidad de consultar la hoja de datos de cualquier componente electrónico haciendo uso de una conexión a internet.

De igual forma, se logró que el software utilizara con un servicio de tutorías el cual enseña al usuario el funcionamiento de la herramienta multifuncional y de algunos principios de básicos de electrónica.

Discusión de resultados:

El dispositivo en su primera fase no pretende reemplazar herramientas de medida tales como voltímetros, amperímetros, generadores de funciones, etc., existentes en el mercado y que cuenten con certificados que garanticen la exactitud, precisión y confiabilidad del equipo. Este dispositivo en su primera fase maneja un rango de medida de voltaje limitado a 24VDC y un rango de lectura de corriente limitado a 30Amp. La señal seno generada por el dispositivo es de máximo 2Mhz y ciclo de trabajo fijo, la frecuencia de PWM es fija programada a 1Khz y ciclo de trabajo variable de 0 a 100%.

La gama de señales y componentes utilizados en el diseño electrónico es muy amplia por lo que se ofrecerá información y soporte solo sobre algunos de los componentes más utilizados para la práctica de laboratorios.

Conclusiones

Las pruebas realizadas comprobaron que el desarrollo tecnológico implementado facilita el proceso de aprendizaje, creando dentro de las prácticas de laboratorio o diseño electrónico un ambiente más amigable y cómodo para el usuario final. Además, el software brinda ayuda permanente en cuanto a información se refiere, lo que proporciona al usuario poder agilizar su proceso de pruebas o diseño electrónico.

El costo de esta herramienta es bajo, en comparación con el precio de los dispositivos existentes en el mercado, por esta razón, el usuario final podrá implementar su propia herramienta valiéndose de los planos suministrados por el documento durante el desarrollo del proyecto, o posteriormente adquirirla, luego de comercializarla si esto es factible por la Institución.

La convergencia de los diferentes tipos de herramientas necesarias para las prácticas de laboratorio o diseño electrónico más la implementación del software como interfaz visual se creó un ambiente amigable y cómodo para el usuario final. Es preciso implementar herramientas complementarias con sistemas digitales con el fin de reemplazar los sistemas de medida netamente

análogos, lo que aumentará la exactitud y precisión de las medidas tomadas y a su vez incrementará la confiabilidad del equipo. De igual forma, la unión de diferentes sistemas dentro de un mismo dispositivo, hace mucho más fácil la interacción o manejo del mismo. Además, disponer de información permanente durante el proceso de desarrollo de un diseño electrónico agiliza el proceso de aprendizaje y pruebas. También se puede resaltar la importancia de la portabilidad y tamaño del dispositivo, características que ayudan durante el proceso de desarrollo en cuanto a organización y manejo se refiere.

Los equipos usados para la implementación de este desarrollo tecnológico contaron con una gran variedad de instrumentos y herramientas electrónicas las cuales nos ayudaron en el proceso de pruebas, calibración y puesta en marcha del dispositivo final, las mismas fueron usadas en equipos de medida y/o patrones de calibración de acuerdo a la norma ISO 9000:2015, en lo correspondiente a Recursos capítulo 7.1 numeral 7.1.5 (Pastor-Fernández, 2016).

Referencias:

- Areny, R. P. (1993). Adquisición y distribución de señales. Barcelona: Marcombo.
- Astaiza, A. C. (2010). La Tecnología nfc como nuevo soporte para el marketing móvil estado del arte para aplicación al marketing turístico. ISBN.
- Castillo, J. L. (ntf). Solociencia. Obtenido de <http://www.solociencia.com/informatica/computador-historia-historia.html>.
- Donate, A. H. (1997). TECNICAS DE ELECTRONICA DIGITAL. ESPAÑA: MARCOMBO.
- ECURED. (2016). ECURED, Conocimientos con todos y para todos. Obtenido de http://www.ecured.cu/Tubo_de_rayos_cat%C3%B3dicos
- EDUCACION, L. D. (2009). LA DIDACTICA EN LA EDUCACION. Obtenido de http://www.fadp.edu.co/uploads/ui/articulos/LA_DIDACTICA.pdf
- Electrónica, I. (ntf). Instrumentación Electrónica. Obtenido de http://www.electronicam.es/generador_funciones.html.
- El Tiempo, P. e. (04 de 12 de 2015). El Tiempo. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/resenas-tecnologia/cuantas-personas-tienen-iphone-en-colombia/16448550>.
- Gluones. (29 de 03 de 2009). Blog con contenidos y recursos para la Física y Química de Secundaria y Bachillerato. Obtenido de <https://gluones.wordpress.com/2009/03/29/que-es-y-como-funciona-un-galvanometro/>.
- Gómez, j. M. (2015). Desarrollos de programas en el entorno de las bases de datos.. España: Paraninfo.
- Grupo Adslzon. (05 de 08 de 2013). Grupo Adslzon. Obtenido de <http://www.adslzon.net/article12244-android-presente-en-8-de-cada-10-moviles-ios-pierde-fuelle.html>
- Ingeniatic. (2011). Ingeniatic. Obtenido de <http://ingeniatic.euitt.upm.es/index.php/tecnologias/item/464-galvan%C3%B3metro>
- INTEL. (1971- 2011). Microprocesador. Obtenido de http://www.intel.la/content/dam/www/public/lar/xl/es/documents/40_aniversario_del_procesador.pdf.

MINTIC. (05 de 05 de 2014). Ministerio de las tic. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-6048.html>.

MINTIC. (30 de 06 de 2015). Ministerio de Tecnologías de la Información y las comunicaciones. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-6048.html>.

Padilla, M. J. (04 de 04 de 2011). Obtenido de <http://elcomputadorevolucionehistoria.blogspot.com/>

Portátiles, O. y. (2014). Ordenadores y Portátiles. Obtenido de <http://www.ordenadores-y-portatiles.com/bluetooth.html>.

Pastor-Fernández, A., & Otero-Mateo, M. (2016). Impacto de la norma ISO 9001: 2015 en el ámbito de la ingeniería: integración en las PYMEs. *Dyna*, 2(91), 118-121.

Tokheim, R. L. (1985). *Electronica Digital*. España: Reverte.

TOVAR, L. F. (11 de 2007). Blogspot. Obtenido de <http://elamperimetro.blogspot.com.co/2007/11/la-necesidad-de-controlar-y-minimizar.html>.

Wakerly, j. f. (2001). *Diseño digitales: Principios y Prácticas*. México: Pearson educación.

Capítulo 2: Desarrollo de agentes conversacionales inteligentes utilizando tecnologías de nube

José Miguel Rubio León, Danilo Molina Villarroel
Universidad Tecnológica de Chile INACAP
Chile

Sobre los autores

José Miguel Rubio León: Es de profesión Ingeniero Civil en Informática, Magister en Ingeniería Informática y candidato a Doctor en Administración de Empresas. Posee un Diplomado en Docencia Universitaria y destaca por su experiencia profesional y docente en el área de Desarrollo de Software y Sistemas de Información, Dirección de Proyectos Informáticos, Formulación y Evaluación de Proyectos de I+D, Inteligencia Artificial y Negocios Digitales, entre otras. Académico con amplia experiencia en docencia de pre y posgrado en Informática, Ingeniería y Negocios. Realiza investigación aplicada y es autor de numerosos artículos publicados en conferencias y revistas nacionales e internacionales. Realiza asistencia técnica y consultoría a empresas públicas y privadas. Actualmente se desempeña como profesor asociado en la Universidad Tecnológica de Chile INACAP.

Correspondencia: jrubiol@inacap.cl

Danilo Molina Villarroel: Estudiante del octavo y último semestre de la carrera de Ingeniería en Informática en la Universidad Tecnológica de Chile INACAP. Actualmente se encuentra desarrollando su trabajo de título en el área de Inteligencia Artificial, su línea de investigación es el Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP).

Correspondencia: danilo.molina04@inacapmail.cl

Resumen

El propósito del presente artículo es presentar los fundamentos teóricos y prácticos que sustentan el desarrollo de agentes conversacionales inteligentes basados en inteligencia artificial y herramientas de computación en la nube. Se muestra como caso práctico un asistente virtual universitario capaz de asistir a estudiantes de educación superior entregándoles asistencia y orientación académica en línea. Además, se realiza un estudio comparativo entre dos motores de procesamiento del lenguaje natural (NLP), los que constituyen un factor clave para el desarrollo de este tipo de aplicaciones. Este estudio considera, entre otros aspectos, la aplicación de pruebas de confusión, las cuales consisten en realizar una serie de preguntas a ambos motores de NLP, para estimar su grado de asertividad en contextos reales de uso. Los resultados obtenidos demuestran que los asistentes conversacionales inteligentes permiten complementar los procesos educativos, adaptándolos a los nuevos paradigmas de interacción basados en la tecnología, otorgando independencia para la gestión del tiempo y fortaleciendo las dinámicas de aprendizaje en el aula.

Palabras Claves: Inteligencia Artificial, Agentes Conversacionales Inteligentes, Procesamiento del Lenguaje Natural, Tecnologías de Nube.

Development of intelligent conversational agents using cloud technologies

Abstract

The purpose of this article is to present the theoretical and practical foundations that support the development of intelligent conversational agents based on artificial intelligence and cloud computing tools. A virtual university assistant capable of assisting higher education students by providing assistance and online academic guidance is shown as a practical case. In addition, a comparative study is carried out between two natural language processing engines (NLP), which are a key factor for the development of this type of applications. This study considers, among other aspects, the application of confusion tests, which consist of asking a series of questions to both NLP engines, to estimate their degree of assertiveness in real contexts of use. The results obtained show that intelligent conversational assistants allow to complement the educational processes, adapting them to the new paradigms of interaction based on technology, granting independence for the management of time and strengthening the learning dynamics in the classroom.

Keywords: *Artificial Intelligence, Intelligent Conversational Agents, Natural Language Processing, Cloud Technologies.*

Introducción

La inteligencia artificial (IA) se ha venido integrando con fuerza en el quehacer diario de los seres humanos, solucionando problemas o automatizando procesos en diversas industrias (O'Hare & Jennings) (Robert & Turban) (O'Leary, 2013) (Goyache, y otros, 2001) (Rahman). Algunos ejemplos de procesos que se ha automatizado paulatinamente con el aumento explosivo de aplicaciones basadas en inteligencia artificial en la actualidad son el servicio al cliente (Hui, Fong, & Jha, 2001) (Nguyen, Czerwinski, & Lee) (Acorn & Walden, 3-18) (Choy, Lee, & Lo, 2002), la educación (Devedžić) (Yacef, Mostow, Pavlik, & Chad Lane, 2013) (Baker) (De la Cruz Figueroa, Fernández Rodríguez, & González Rangel, 2018) (Huapaya, 2015), la industria manufacturera (Gabriel & Ahumada, 2016), entre otros.

Desde hace varios años, las empresas han implementado procesos automatizados en la mayoría de sus áreas de negocio. Sin embargo, aún no se aprovecha todo el potencial de la inteligencia artificial. Según un estudio de la multinacional Accenture, la inteligencia artificial tiene el potencial de hacer crecer economías a un ritmo mucho más alto que el promedio (Accenture, 2016), y en países latinoamericanos especialmente podría ayudar a concretar ese tan anhelado paso hacia el desarrollo (Ovanessoff & Plastino, 2017).

En este contexto, la necesidad de contar con sistemas inteligentes que sean efectivos se vuelve un requisito cada vez más importante. Además, en este escenario los chatbots o asistentes virtuales conversacionales son una herramienta que facilita y promueve la digitalización de la economía de los países y la relación con sus ciudadanos.

Sin embargo, esta integración de la tecnología con la vida cotidiana ha provocado efectos negativos en la sociedad como, por ejemplo, la falta de sociabilización de los más jóvenes, que se

sienten más cómodos detrás de una pantalla que en un aula de clases u otro lugar que los saque de su “zona de confort”.

Cuando se analiza este fenómeno, provocado por la intromisión masiva de la tecnología en la sociedad, también surgen aspectos positivos, ya que mediante procesos de innovación tecnológica se puede dar solución a muchas problemáticas sociales que existen en la actualidad relacionados a las necesidades de información y orientación oportuna, respecto a productos y/o servicios que reciben los ciudadanos.

En el caso particular de este trabajo, se aborda una problemática que existe actualmente en diversas instituciones de educación superior a nivel global, esta tiene relación con que muchos jóvenes y adultos que están insertos en la educación superior trabajan, esto supone un problema cuando se quiere estudiar, ya que no siempre los estudiantes cuentan con las facilidades en sus lugares de trabajo para poder asistir a clases y, si las tienen, es muy difícil que puedan asistir a instancias de nivelación o reforzamiento, como ayudantías presenciales, por ejemplo.

En este contexto es donde nace la necesidad de innovar para adaptarse a las nuevas generaciones y de incorporar la tecnología como un pilar importante en un proceso tan crítico como la educación, convirtiéndola en un aliado y no en un enemigo (a diferencia de como usualmente aún se considera cierto tipo de tecnología en las aulas) y una forma de poder acercar la tecnología a los estudiantes es mediante el uso de agentes conversacionales que los ayuden en su proceso de aprendizaje, entregándoles información fiable, actualizada, de una fuente válida y que genere en los estudiantes la posibilidad de desarrollar habilidades de meta-aprendizaje.

En este artículo se propone el desarrollo de una aplicación basada en inteligencia artificial que permite dar solución a la problemática anteriormente descrita. Por otro lado, se proponen pruebas y métricas para el proceso de selección del motor de Procesamiento del Lenguaje Natural a utilizar en este tipo de aplicaciones.

La estructura del trabajo es la siguiente: primero se muestra la metodología utilizada para desarrollar el agente conversacional, luego se explica la arquitectura que soporta la implementación de la aplicación y las características técnicas de este tipo de sistemas. Luego, se aborda el proceso de selección de un motor de IA adecuado, y se muestran las pruebas realizadas con el fin de asegurar la mejor elección. Finalmente, se presenta el análisis y discusión de los resultados computacionales obtenidos y las conclusiones del trabajo desarrollado.

Descripción del problema:

El desarrollo de un Asistente Virtual Universitario (AVU) surge a partir de la observación de una necesidad específica de las instituciones de educación superior (IES), cuya situación actual es que la gran mayoría de sus académicos no dispone de tiempo suficiente para responder a todas las inquietudes de sus alumnos fuera del horario de clases. Durante su proceso de aprendizaje, los estudiantes suelen tener muchas dudas respecto a los contenidos revisados en una determinada clase, pero tienen que esperar la clase siguiente (la mayoría de las veces) para plantear sus inquietudes al profesor, lo que implica pérdida de tiempo tanto para el alumno como para el docente.

Otro aspecto que se debe considerar es el hecho de que, aunque menos frecuente, existen casos en que el docente debe ausentarse por largos periodos de tiempo, lo que sin duda complica el desarrollo de los aprendizajes esperados por parte de los estudiantes, y los alumnos pierden continuidad en la revisión de los contenidos de la asignatura, generando incertidumbre y desmotivación en ellos.

Otra dificultad que se ocasiona producto de la situación anterior es que muchas veces los alumnos requieren ampliar o complementar el conocimiento adquirido en clases, y la herramienta más utilizada es internet, pero esto puede ser un “arma de doble filo” debido a que la información que se encuentra en la red no siempre es confiable, o bien esta desactualizada (Páez, 2005) (Caldevilla Domínguez, 2010) (Kriscautzky & Ferreiro, 2014) (Terra & Sá, 2013) (Biddix, Chung, & Park, 2011). Una alternativa a internet podrían ser los libros, por desgracia, actualmente en nuestro país tenemos dos obstáculos con esta opción: en primer lugar, comprar libros en Chile es costoso para el alumno, pedirlos en biblioteca es una alternativa, pero muchas veces los libros más requeridos no siempre están disponibles, o bien el tiempo de préstamo es demasiado breve para poder estudiar a cabalidad los contenidos de interés, por lo que la elección que la mayoría adopta es fotocopiarlo, lo que igualmente implica un costo significativo para el estudiante y sus familias.

El segundo inconveniente que tenemos en nuestro país es que los jóvenes en su gran mayoría no tienen buenos hábitos de lectura (Figueroa Moraga, 2017), para ellos internet es la “gran biblioteca” (Morduch, 2016) (Berner G & Santander T, 2012) (Lenhart, Purcell, Smith, & Zickuhr, 2010) (Hargittai & Hinnant, 2008) y sólo se quedan con lo que allí leen, esta es una tendencia que va en aumento (ofcom, 2017) y es algo a lo que las IES deben adaptarse, y una forma de hacerlo es precisamente la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) en los procesos educativos.

Las TICs están evolucionando de manera vertiginosa y sus campos de aplicación son sorprendentes. La docencia universitaria no está al margen y el impacto del uso de las TICs en beneficio del aprendizaje es significativo.

Para abordar este problema se propone el uso de una herramienta de inteligencia artificial probada con éxito para resolver dudas e inquietudes en otras áreas del quehacer humano, destacando las del servicio al cliente y/o atención al consumidor.

Marco Teórico:

Para la construcción de un agente conversacional inteligente se requiere una componente de la inteligencia artificial denominada procesamiento del lenguaje natural (NLP por sus siglas en inglés), esta consiste en que la computadora, mediante el uso de algoritmos, matemáticas y estadística, sea capaz de entender el lenguaje natural que usamos los seres humanos (Bird & Klein, 2009). Esta tarea es especialmente compleja para el idioma español, debido a que es un lenguaje demasiado ambiguo, y si consideramos que dentro del mismo existe una gran cantidad de modismos, esta tarea se vuelve particularmente difícil. Para facilitar esta tarea, en la actualidad existen herramientas en forma de Interfaces de Programación de Aplicaciones (APIs) que democratizan en gran medida los servicios asociados a este tipo de tecnología, algunos ejemplos de su uso son los servicios de traducción automática, los asistentes virtuales conversacionales, el análisis de sentimientos y emociones e incluso el análisis semántico para descifrar la intención de los usuarios en redes sociales.

Dentro del ámbito de tareas que incluyen el procesamiento del lenguaje natural, en este trabajo se utiliza el servicio de agentes virtuales conversacionales o chatbots, el cual consiste en un “BOT” (programa que ejecuta una serie de acciones de manera automática), cuyo propósito es responder preguntas en base a dos herramientas principales; el uso de palabras claves, las cuales son analizadas mediante algoritmos de “pattern matching” (o búsqueda de patrones) y el aprendizaje de máquina, que permite el “entrenamiento” del chatbot, recordemos que la mayoría de estos servicios son capaces de “aprender” para mejorar su funcionamiento.

Otra funcionalidad de NLP que se pretende incorporar en la construcción de este agente conversacional es el análisis de sentimientos, esta herramienta tiene como finalidad medir el grado de satisfacción que tienen los usuarios con respecto a la aplicación (Agarwal, Xie, Vovsha, Rambow, & Passonneau, 2011), para ello se analizarán los comentarios que los usuarios envíen desde la plataforma habilitada para ello, cuando esta acción ocurra la API devolverá un valor entre -1 y 1 donde -1 a -0.25 significa desagrado, entre -0.25 y 0.25 el usuario es neutral y entre 0.25 y 1 existe satisfacción de parte del usuario (International Business Machines, 2018).

Estudio comparativo motores de NLP:

Metodología

Para la realización de este trabajo se evaluaron dos motores de procesamiento del lenguaje natural (Dialogflow y Watson), y se utilizó una metodología basada en prototipos evolutivos. Este modelo de desarrollo de software es definido por Sommerville como una metodología “*basada en la idea de desarrollar una idea inicial, exponiéndola a los comentarios del usuario y refinándola a través de las diferentes versiones hasta que se desarrolla un sistema adecuado*” (Sommerville, 2005). En palabras simples, se construye un prototipo inicial con características reducidas, para ir incrementando sus funcionalidades de manera planificada de común acuerdo con el usuario. Esta característica permite mayor flexibilidad a la hora de construir una aplicación capaz de integrar los servicios que se proponen en este estudio y posteriormente someterlos a validación.

Cabe destacar que los prototipos a comparar se construirán utilizando un mismo lenguaje de programación y bajo las mismas consideraciones respecto a estándares de desarrollo, para asegurar la ecuanimidad a la hora de evaluar los resultados obtenidos.

Métricas

Para el estudio comparativo a realizar se utilizarán dos tipos de métricas, por un lado, se tienen métricas cualitativas para la posibilidad de entrenar el agente virtual y la disponibilidad de herramientas para el análisis de las interacciones. Por otro lado, se realizarán pruebas de tipo cuantitativo o de rendimiento, las cuales evaluarán el tiempo de respuesta de ambas herramientas. También se realizará un test llamado prueba de confusión (Pulse Chat, 2016), el cual consiste en repetir una serie de preguntas en ambos motores de NLP, para medir su grado de asertividad al ser consultados con modismos propios de un país y/o anglicismos, de esta manera se busca simular una situación real donde personas de distintas nacionalidades y/o niveles socioculturales interactúan con este tipo de agentes.

Para la ejecución de las pruebas propuestas se utilizará la herramienta de testeado de APIs “Postman”, la cual provee los datos necesarios para el desarrollo de esta actividad. Es importante señalar que las pruebas se realizarán en ambiente local y que el tiempo de respuesta puede variar dependiendo de la calidad de la conexión a internet en el caso de la realización de pruebas en línea. Se realizarán 5 repeticiones durante la ejecución de las pruebas para obtener tiempos promedio de respuesta.

Para las pruebas de confusión se realizarán 5 preguntas de manera “incorrecta”, es decir, utilizando modismos o anglicismos e introduciendo errores de ortografía, de esta manera se espera probar el comportamiento del motor de IA al ser sometido a preguntas que no conoce o no están

dentro de su base de conocimiento, y evaluar si es capaz de entender el contexto detrás de las palabras (capacidad de generalización).

Google Dialogflow

Cuando se consideran empresas importantes de tecnología es inevitable pensar automáticamente en Google, esta empresa norteamericana es sin duda una de las que más ha aportado en la industria, y por supuesto la inteligencia artificial es parte importante de su actividad.

Dialogflow es la respuesta de Google a la necesidad de contar con herramientas que permitan desarrollar agentes virtuales de manera sencilla y a bajo costo, esto último es bastante importante ya que este tipo de aplicaciones tenía un costo de licencia bastante alto hasta hace algunos años. Sin embargo, el modelo de negocios de Google permite el acceso a sus herramientas a un bajo costo inicial, incluso gratuito en el caso de Dialogflow, para lograr penetrar en la industria. El costo incrementa a un precio moderado una vez que se requiere cierto número de interacciones, esto ha permitido la masificación del uso de este tipo de herramientas y ha obligado a empresas como IBM a disminuir sus precios para poder competir con esta nueva apuesta de Google.

Arquitectura de un Chatbot con Google Dialogflow:

Cuando se analiza la arquitectura de un chatbot se debe considerar que en la gran mayoría de los casos se observa el siguiente esquema de funcionamiento; (1) una acción que inicia la interacción mediante la invocación de un usuario, (2) la conversación que se produce luego que el usuario interactúa con el agente conversacional en cuestión, y finalmente (3) un motor de inteligencia artificial que se encarga de responder al usuario y sostener una conversación mediante algoritmos de procesamiento del lenguaje natural (Google, 2018). En el caso específico de Dialogflow, la acción que inicia el proceso es llamada “*Actions and Invocations*” (Google) y permite la comunicación con el usuario mediante cualquier periférico, incluso el micrófono si existe algún servicio cognitivo involucrado. En el caso de la conversación esta se gestiona en lo que Google llama “*Conversation*” (Google) y permite el acceso a la interfaz de usuario que provee la aplicación, a las consultas, a las intenciones y, en general, a la información que se requiere de cada interacción. Finalmente, en el caso del motor de IA, Dialogflow lo denomina “*Fulfillment*” (Google) o realización, y está formado por el código JSON que genera Dialogflow para integrarse con distintas aplicaciones, el motor de IA propiamente tal y las bases de datos que almacenan la información de las interacciones, así como las preguntas y respuestas, además de las intenciones y correcciones que se hallan aplicado.

IBM Watson Conversation

IBM es sin duda alguna una de las empresas tecnológicas más importantes del mundo, con aportes significativos en todas las áreas de la informática, y se caracteriza por estar siempre a la vanguardia e innovando en lo que se refiere tanto a software como hardware.

Watson es una plataforma de computación cognitiva abierta desarrollada por IBM, fue diseñada originalmente como un sistema capaz de poder participar en un concurso estadounidense llamado “Jeopardy!”. Sin embargo, este sistema fue evolucionando a lo que hoy en día es uno de los sistemas más grandes y completos de IA, incorpora procesamiento del lenguaje natural, analítica de datos y servicios cognitivos como “Text to Speech”.

En este artículo, se analizará el servicio de Watson llamado “Assistant”, que consiste en un asistente que responde preguntas realizadas por un usuario en base al conocimiento que tiene disponible.

Arquitectura de Watson:

Watson a diferencia de Dialogflow es un sistema de IA completo, donde se dispone de distintos componentes para cada necesidad específica. La arquitectura de esta plataforma está basada en lo que IBM define como “*evidencia probabilística masivamente paralela*” o DEEPQA. Como se mencionó anteriormente, este sistema está compuesto por una serie de componentes, pero el objetivo de este artículo no es explicar en profundidad cada uno de ellos, sino más bien presentar los principios fundamentales que sostienen esta arquitectura (Ferrucci, y otros, 2010):

1. Paralelismo masivo: *paralelismo masivo en la consideración de interpretaciones e hipótesis múltiples.*
2. Muchos expertos: *facilita la integración, aplicación y evaluación contextual de una amplia variedad de analíticas de preguntas y contenidos probabilísticos vagamente asociados.*
3. Valoración de confianza dominante: *ningún componente único se compromete a una respuesta; todos los componentes producen funciones y confianzas relacionadas, marcando diferentes interpretaciones de preguntas y contenidos. Un sustrato subyacente de procesamiento de confianzas aprende a acumular y combinar los puntajes.*
4. Integración de conocimiento superficial y profundo: *equilibra el uso de semántica estricta y semántica superficial, aprovechando ontologías vagamente formadas.*

En la Figura 1 se pueden observar los distintos componentes que constituyen DEEPQA.

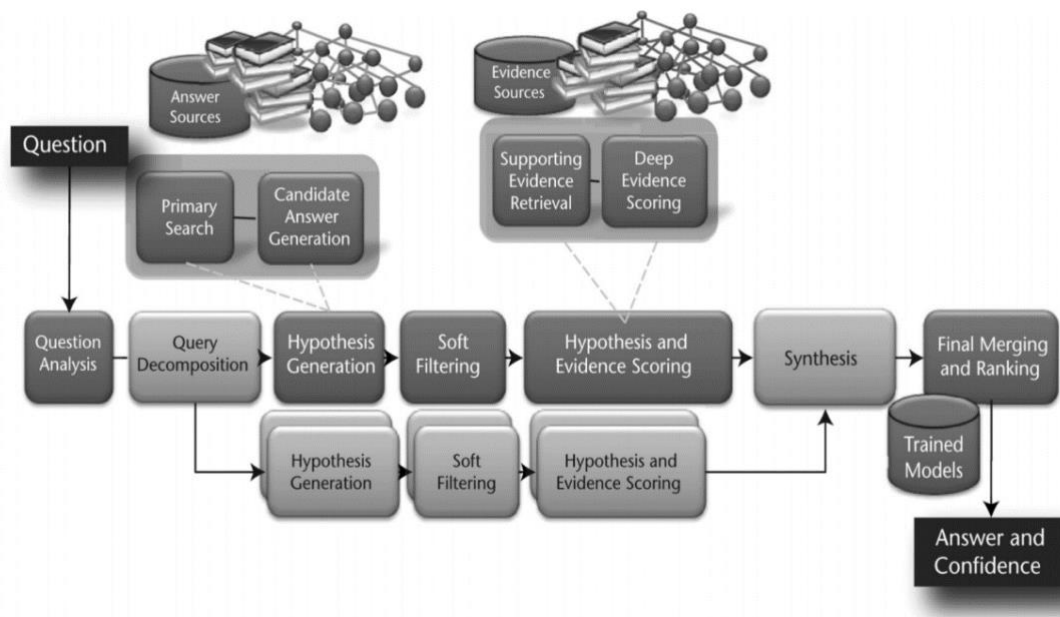


Figura1: Esquema de Arquitectura de Watson Conversation. Fuente (Ferrucci, y otros, 2010)

Experimentos computacionales

Pruebas Cualitativas:

En el caso de las pruebas cualitativas, se analizarán las ventajas que ofrece una herramienta por sobre la otra a la hora de desarrollar. Estas pruebas se realizarán desde un punto de vista más

“comercial” de ambos motores de procesamiento del lenguaje natural y permitirá analizar de mejor manera el contexto en el que se aplicarán las pruebas cuantitativas. A continuación, en la Tabla 1, se muestran los resultados obtenidos:

Motor de IA	Pruebas cualitativas	
	<i>¿Permite entrenar o corregir al agente conversacional?</i>	<i>¿Permite analizar los datos referentes a las interacciones?</i>
Dialogflow	Si, se permite el entrenamiento y la corrección de intenciones en la aplicación.	Si, existe un servicio donde se puede analizar la cantidad de preguntas realizadas por usuario, y la frecuencia de las interacciones.
Watson	Si, se permite el entrenamiento y la corrección de intenciones en la aplicación.	Si, permite ver la cantidad de mensajes, cantidad de usuarios activos, conversaciones por usuario y el top de “Intents”.

Tabla 1. Tabla comparativa entre Dialogflow y Watson. Fuente: elaboración propia.

Pruebas Cuantitativas:

Estas pruebas tienen como objetivo evaluar el rendimiento computacional tanto de Dialogflow como de Watson, la idea es observar su comportamiento durante una interacción en un ambiente real, donde los usuarios de distintas edades y grupos socioculturales interactúan con el Chatbot, es común, por ejemplo, que un usuario joven en redes sociales pregunte de manera más informal, usando modismos, anglicismos y acortando palabras, por supuesto el agente debe ser capaz de comprender el contexto más allá de las palabras por si solas.

1) *Prueba de tiempo de respuesta:* Se debe considerar que para esta prueba se utilizó la versión uno del API de Google, debido a que es más estable a la fecha de este estudio. Como se puede observar en la Tabla 2. El rendimiento de Dialogflow es en promedio de 397,4 ms. En el caso de Watson se utiliza la versión 2 de la API, debido a que es la que se recomienda en la documentación actual. Como se puede observar en la Tabla 3, el rendimiento de Watson es en promedio de 2389,2 ms.

Pregunta/Interacción Realizada	Pruebas Cuantitativas	
	<i>Tamaño de Respuesta</i>	<i>Tiempo de Respuesta Promedio (ms)</i>
Hola	591 B	809
¿Que eres?	538 B	199
¿Qué es el ciclo de vida del software?	784 B	197

¿Te gustan las galletas?	511 B	420
¿Qué es la ingeniería de software?	606 B	362

Tabla 2. Tabla con pruebas de rendimiento realizadas en Dialogflow. Fuente elaboración propia.

Pregunta/Interacción Realizada	Pruebas Cuantitativas	
	Tamaño de Respuesta	Tiempo de Respuesta Promedio (ms)
Hola	479 B	8838
¿Que eres?	538 B	1701
¿Qué es el ciclo de vida del software?	784 B	209
¿Te gustan las galletas?	511 B	363
¿Qué es la ingeniería de software?	606 B	1044

Tabla 3. Tabla con pruebas de rendimiento realizadas en Watson. Fuente elaboración propia.

2) *Prueba de confusión*: Como se explicó anteriormente, esta prueba tiene como objetivo evaluar el comportamiento del agente en condiciones parecidas a las reales, donde un usuario podría preguntar usando lenguaje informal o bien con errores de escritura. Para estas pruebas se utilizarán cinco preguntas, de las cuales dos son del agente conversacional en construcción, otras dos son preguntas genéricas y finalmente una pregunta no está dentro de la base de conocimiento de ninguno de los dos motores de IA. Como se puede observar en la Tabla 4, Dialogflow obtuvo una tasa de aciertos de cuatro preguntas sobre cinco.

Pruebas de confusión			
Pregunta Correcta	Pregunta con modismos/Anglicismos	Respuesta Esperada	Respuesta Real
Hola	Hi	Hola	Hola
¿Que eres?	que eri vo?	Soy un Asistente virtual Universitario y estoy aquí para ayudarte	Ups, no he entendido a que te refieres.
Adiós	chao	Adiós	Adiós

¿Me regalas un dulce?	¿Me regalas un dulce?	Ups, no he entendido a que te refieres.	Ups, no he entendido a que te refieres.
¿Qué es la ingeniería de software?	k s la ing de software	La aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable hacia el desarrollo, operación y mantenimiento del Software.	La aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable hacia el desarrollo, operación y mantenimiento del Software.

Tabla 4. Pruebas de confusión realizadas en Dialogflow. Fuente elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 5, Watson obtuvo una tasa de aciertos de dos preguntas sobre cinco.

Pruebas de confusión			
Pregunta Correcta	Pregunta con modismos/Anglicismos	Respuesta Esperada	Respuesta Real
Hola	Hi	Hola	Ups, no he entendido a que te refieres.
¿Que eres?	que eri vo?	Soy un Asistente virtual Universitario y estoy aquí para ayudarte	Ups, no he entendido a que te refieres.
Adiós	chao	Adiós	Adiós
¿Me regalas un dulce?	¿Me regalas un dulce?	Ups, no he entendido a que te refieres.	Adiós
¿Qué es la ingeniería de software?	k s la ing de software	La aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable hacia el desarrollo, operación y	La aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable hacia el desarrollo, operación y

		mantenimiento del Software.	mantenimiento del Software.
--	--	-----------------------------	-----------------------------

Tabla 5. Pruebas de confusión realizadas en Watson. Fuente elaboración propia

Análisis y discusión de resultados

En base a los resultados obtenidos, se puede observar que, en el ámbito de entrenamiento y corrección, ambas herramientas soportan esta funcionalidad, esto es una ventaja competitiva por sobre otros motores, ya que permite controlar el aprendizaje del agente. También, se puede observar, tanto en Watson como en Dialogflow, la existencia de un panel de monitoreo para observar las interacciones, los usuarios y los mensajes que se generan con nuestro agente, dando la posibilidad de mantener una vista de lo que sucede y tomar decisiones en base a esta información.

En las pruebas de carácter cuantitativo se evidencia que el comportamiento de Dialogflow es mejor en cuanto a tiempo de respuesta, siendo más inestable cuando se le realizan preguntas fuera de la base de conocimiento. Es importante señalar que no se observa relación directa entre la pregunta y el tamaño de la respuesta.

En el caso de Watson el tiempo de respuesta promedio es mayor en un 83,35% a Dialogflow. Sin embargo, el sistema es más estable a la hora de responder preguntas que no están en su base de conocimiento. En cuanto al tamaño de las respuestas, parece no existir una relación directa respecto al tiempo de respuesta. Sin embargo, sí se pudo observar un pico en la tardanza de la respuesta a la primera pregunta realizada, la explicación de esta situación posiblemente esté relacionada con la arquitectura de DEEPQA.

En la prueba de confusión se observa un mejor comportamiento de Dialogflow al responder correctamente cuatro de las cinco preguntas realizadas, con lo que su tasa de fallos es sólo de un 20%, mientras que en Watson dos preguntas no son respondidas y una es respondida incorrectamente, por lo que su tasa de fallos es del 60%.

Desarrollo del sistema:

Metodología

La construcción de una aplicación de tipo experimental exige una atención especial a la hora de elegir una metodología para su implementación. Existen diversas metodologías para desarrollar software, en este trabajo se utilizará una basada en prototipos iterativos. La razón para utilizar esta metodología de desarrollo es el hecho de que permite construir prototipos rápidos, que tienen funcionalidad y que permiten probar el comportamiento de la aplicación, con esto se espera validar las características que se le agregan al sistema y orientar de mejor manera el proceso de desarrollo.

Su principal característica es que la construcción del sistema se realiza en base a “ciclos iterativos” en los cuales se desarrolla el proceso de creación de software estándar (análisis, diseño, construcción y mantención,) pero de forma rápida y considerando parte de la funcionalidad del producto final, este tipo de metodologías resulta particularmente práctica cuando los

requerimientos de un sistema no están del todo claros, ya que el prototipado rápido permite refinar las características que no estén en un nivel deseable o bien reemplazarlas por otras que puedan surgir de la necesidad del negocio.

Arquitectura del sistema

El diseño arquitectónico es sin duda una parte fundamental en el ciclo de vida del software, el prestigioso académico Ian Sommerville lo define como “un proceso creativo en el que se intenta establecer una organización del sistema que satisfaga los requerimientos funcionales y no funcionales del propio sistema” (Sommerville, 2005). Como se puede observar, la creatividad a la hora de abordar el desafío de seleccionar una arquitectura es un factor fundamental para asegurar la calidad del software, aunque existen algunos modelos que ya han sido probados con éxito en la industria, y que en la actualidad sirven como una especie de estándar para definir su arquitectura.

Cuando se habla de arquitectura de software es importante tener en cuenta que existen muchas formas de clasificar modelos y/o patrones, entre los que han tenido mayor éxito en la industria se puede mencionar el diseño de arquitectura de sistema distribuidos, cuya principal ventaja radica en distribuir la carga del sistema entre varios servidores, además de proveer seguridad y escalabilidad (Sommerville, 2005). Si a esto se le adiciona la gran cantidad de servicios de nube disponibles en la actualidad y su bajo costo, se puede posicionar a este diseño arquitectónico como uno de los más recomendables para utilizar en sistemas modernos. Entre los patrones de arquitectura asociados, el que más se utiliza en la actualidad es la arquitectura orientada a servicios o SOA. Esta arquitectura permite separar la lógica de la interfaz de usuario mediante el uso de protocolos como WSDL o CORBA, que permiten la comunicación entre Back-End y Front-End de forma segura y rápida, además de eliminar la necesidad de tener todo en un mismo servidor, de esta manera se puede asignar la carga de procesamiento en los servidores que contienen la lógica con lenguajes de programación especiales para ello y quitar esa carga a la interfaz de usuario, optimizando los recursos y los tiempos de respuesta de las aplicaciones.

Como se puede observar, este tipo de arquitectura es bastante atingente al tipo de aplicación que se plantea en este artículo. No obstante, el agente virtual en cuestión tiene una gran cantidad de APIs que consumir y una lógica en algunos puntos de su construcción que requiere una mayor cantidad de capas que las comúnmente consideradas para este tipo de arquitectura. Considerando lo anterior, se optó por usar una arquitectura orientada a microservicios, la cual es una evolución de SOA. Este patrón arquitectónico se fundamenta en el concepto de tener una aplicación o sistema único, pero con una lógica distribuida en distintos microservicios que se encargan de ejecutar una tarea específica, este enfoque difiere de SOA principalmente en la forma como se construye el Back-End y en menor medida a los protocolos utilizados para el mismo, generalmente en las aplicaciones que están construidas sobre una arquitectura SOA se utiliza WSDL o CORBA como protocolos de comunicación, y la anatomía de estos servicios generalmente contiene una gran cantidad de la lógica, esto tiene una serie de complicaciones desde el punto de vista de escalabilidad y mantenibilidad del sistema (Sommerville, 2005), por ejemplo, si se quiere agregar una funcionalidad o realizar una mantención de rutina, se debe detener el servicio por completo, ya que si bien existe una división de la vista, la lógica del sistema no está separada.

La arquitectura orientada a microservicios elimina esta problemática separando la lógica en distintos servicios independientes entre sí, los cuales entregan información o ejecutan una tarea específica en la medida que el usuario la requiera, lo cual reduce la carga de estrés al servidor,

optimizando sus recursos, además de ser más escalable, ya que de ser necesario agregar una funcionalidad nueva simplemente se acopla al bus de datos (Richards, 2015). Cabe destacar que en general este proceso es considerablemente menos invasivo que en su símil SOA.

Otro aspecto importante a considerar es el uso de protocolos REST y GraphQL en este tipo de estilo arquitectónico (Richards, 2015), en el caso específico de nuestro agente, los micro servicios utilizados, emplean el protocolo REST y, se componen principalmente de servicios cognitivos de procesamiento del lenguaje natural, además de servicios encargados de procesar la información obtenida de las interacciones generadas con los usuarios, como por ejemplo la obtención de preguntas frecuentes, la satisfacción de los usuarios y la cantidad de interacciones.

Otras Tecnologías

La construcción de software no solamente requiere de una metodología y de una arquitectura adecuada, también es esencial seleccionar la tecnología precisa, la que debe permitir desarrollar la aplicación propuesta. En este sentido, las tecnologías utilizadas para construir este agente virtual tienen como finalidad entregar rapidez en su tiempo de respuesta, robustez para soportar una gran cantidad de usuarios conectados interactuando con el sistema concurrentemente (esto al margen de los requerimientos específicos de hardware) y escalabilidad para poder proyectarse hacia una comunidad de usuarios cada vez más exigente con este tipo de tecnologías. Teniendo en cuenta estos desafíos, se optó por cierto grupo de tecnologías que cumple a cabalidad con estos factores críticos de éxito para el sistema y que se explican más adelante.

1) IBM Watson NLU: Watson es en la actualidad una herramienta robusta de servicios cognitivos, incluye una gran cantidad de funcionalidades las cuales al utilizar protocolos REST se pueden integrar entre sí, o bien con otras tecnologías como es en el caso de este trabajo. Para la construcción de este asistente se utilizará una funcionalidad de Watson llamada “Natural Language Understanding”, la cual consiste en analizar texto escrito para identificar los sentimientos asociados a él. La finalidad de utilizar esta herramienta es poder estudiar las sugerencias y comentarios de los usuarios respecto a la aplicación, de esta manera podemos monitorear de mejor manera la calidad del servicio prestado y la experiencia del usuario (UX).

2) NodeJS: Una de las tendencias más explosivas de los últimos años, en cuanto a lenguajes de programación se refiere, es sin duda el uso de JavaScript, este lenguaje es actualmente uno de los más utilizados en proyectos alrededor del mundo. Nacido como un lenguaje de Front-End, ha evolucionado desde este escenario hasta llegar a lo que hoy en día conocemos como NodeJS, el cual consiste en un entorno de programación que permite desarrollar Back-End utilizando JavaScript. La principal ventaja de NodeJS es sin duda su rapidez y su facilidad de uso (Anda, Julstrom, & Guster, 2016), además de ser un lenguaje especialmente creado para el desarrollo de APIs.

3) Angular 6: Otra tecnología de Google, Angular 6 es uno de los frameworks de Front-End más completos y robustos que existen en la actualidad, es especialmente útil cuando se tienen aplicaciones con una gran cantidad de servicios, lo cual lo hace bastante escalable, y es justamente esta característica la que llevo a seleccionar este framework de TypeScript para construir el Front-End de nuestro agente.

4) GO: Este lenguaje de programación compilado creado por Google tiene como principal ventaja su rapidez de procesamiento y su facilidad de uso, sus creadores incluso lo comparan con C a nivel de rendimiento (Hundt, 2011), pero con una curva de aprendizaje mucho menor. La principal razón para utilizar este lenguaje es poder construir los servicios que requieran de un nivel mayor de procesamiento, un campo donde NodeJS no tiene la capacidad necesaria para operar (Anda, Julstrom, & Guster, 2016).

5) MongoDB: Esta base de datos No SQL (o no relacional) tiene la ventaja de ser más rápida que los motores relacionales (Li & Manoharan, 2013), además de almacenar la información en esquemas y no en tablas. Esta característica se ajusta más a la naturaleza del asistente que su contraparte, debido a que la información que se requiere es principalmente la que se genera en las interacciones entre el usuario y el agente conversacional.

6) R: Este lenguaje de programación nos permite analizar las interacciones que se generan en el asistente, con esa información se puede mostrar mediante gráficos simples cuales son las preguntas más y menos frecuentes, además de disponer de una perspectiva general de todas las preguntas, según la cantidad de veces que fueron realizadas.

Conclusiones y trabajo futuro:

La tecnología es sin duda el motor más importante con el que se dispone para generar un desarrollo real de los países. Sin embargo, para lograr un desarrollo equitativo e íntegro de toda la sociedad en su conjunto, es necesario que su uso aporte valor real para los ciudadanos comunes y corrientes. Los agentes virtuales conversacionales son una solución que puede apoyar en un área que actualmente es un pilar fundamental para lograr este objetivo; complementando los procesos educativos, adaptándose a nuevos paradigmas de interacción basados en la tecnología, otorgando independencia para la gestión del tiempo y fortaleciendo las dinámicas de aprendizaje en el aula.

Actualmente el asistente virtual universitario es un prototipo integral que está siendo analizado en un ambiente controlado, donde tiene añadida la asignatura de Ingeniería de Software. Las versiones futuras de este asistente virtual universitario permitirán analizar la información generada durante su interacción con los estudiantes, mediante el uso de técnicas de minería de datos, con el objetivo de encontrar patrones de comportamiento relevante que permitan mejorar la toma de decisiones para facilitar la progresión del aprendizaje. Finalmente, también se planea ampliar el espectro de asignaturas que actualmente considera el agente, incluyendo también otras carreras y áreas académicas de la Universidad Tecnológica de Chile INACAP.

Referencias:

- Accenture. (2016). *Accenture*. Obtenido de https://www.accenture.com/cl-es/_acnmedia/PDF-33/Accenture-Why-AI-is-the-Future-of-Growth--Country-Spotlights.pdf
- Acorn, T. L., & Walden, S. H. (3-18). SMART: support management automated reasoning technology for compaq customer service. *IAAI'92 Proceedings of the fourth conference on Innovative applications of artificial intelligence*, 3-18.
- Agarwal, A., Xie, B., Vovsha, I., Rambow, O., & Passonneau, R. (2011). Sentiment Analysis of Twitter Data.

- Anda, A., Julstrom, B., & Guster, D. (2016). A Comparative Analysis of Node.js (Server-Side JavaScript). (5). Recuperado el 06 de 2018, de http://repository.stcloudstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1004&context=csit_etds
- Baker, M. J. (s.f.). The roles of models in Artificial Intelligence and Education research: a prospective view. *Journal of Artificial Intelligence and Education*, 122-143.
- Berner G, J. E., & Santander T, J. (2012). Abuso y dependencia de internet: la epidemia y su controversia. *SCIELO*, 191-190.
- Biddix, J. P., Chung, C. J., & Park, H. W. (2011). Convenience or credibility? A study of college student online research behaviors. *sciencedirect*, 175-182.
- Bird, S., & Klein, E. L. (2009). *Natural Language Processing with Python*. O'Reilly Media Inc.
- Caldevilla Domínguez, D. (2010). Internet como fuente de información para el alumnado. *Cuadernos De Documentación Multimedia*, 141-157.
- Choy, K., Lee, W., & Lo, V. (2002). Development of a case based intelligent customer-supplier relationship management system,. *ScienceDirect*, 281-297.
- De la Cruz Figueroa, L. F., Fernández Rodríguez, R., & González Rangel, M. Á. (2018). Hacia herramientas de inteligencia artificial en la enseñanza médica. Enfoque preliminar. *SCIELO*, 68-75.
- Devedžić, V. (s.f.). Web Intelligence and Artificial Intelligence in Education. *Journal of Educational Technology & Society*, 29-39.
- Ferrucci, D., Brown, E., Chu-Carroll, J., Fan, J., Gondek, D., Lally, A., . . . Murdock, J. W. (2010). Building Watson: An Overview of the DeepQA Project. . *AIMagazine*, 31(3), 59-79.
- Figueroa Moraga, M. (2017). Lectura Digital en los Jóvenes. *revistas umce*, 41-49.
- Gabriel, A., & Ahumada, I. (2016). Aplicaciones de inteligencia artificial en procesos de cadenas de suministros: una revisión sistemática. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 663-397.
- Google. (2018). *Dialogflow*. Obtenido de <https://dialogflow.com/docs/agents>
- Google. (s.f.). *Google Developers*. Obtenido de <https://codelabs.developers.google.com/codelabs/actions-1/index.html#0>
- Goyache, F., Bahamonde, A., Alonso, J., Lopez, S., del Coz, J., Quevedo, J., . . . Diez, J. (2001). The usefulness of artificial intelligence techniques to assess subjective quality of products in the food industry. *ScienceDirect*, 370-381.
- Hargittai, E., & Hinnant, A. (2008). Digital Inequality: Differences in Young Adults' Use of the Internet. *Communication Research*. 602-621.
- Huapaya, C. A. (2015). Enseñanza de la Ingeniería con Sistemas Tutoriales Inteligente. *scielo*, 75-78.
- Hui, S., Fong, A., & Jha, G. (2001). A web-based intelligent fault diagnosis system for customer service support,. *ScienceDirect*, 537-548.
- Hundt, R. (2011). Loop Recognition in C++/Java/Go/Scala. Recuperado el 06 de 2018, de <https://days2011.scala-lang.org/sites/days2011/files/ws3-1-Hundt.pdf>
- International Business Machines . (16 de 03 de 2018). *Watson: IBM*. Recuperado el 06 de 2018, de <https://www.ibm.com/watson/developercloud/natural-language-understanding/api/v1/#versioning>
- Kriscautzky, M., & Ferreiro, E. (2014). La confiabilidad de la información en Internet: criterios declarados y utilizados por jóvenes estudiantes mexicanos. *Educação e Pesquisa*, 913-934.

- Lenhart, A., Purcell, K., Smith, A., & Zickuhr, K. (2010). Social Media & Mobile Internet Use among Teens and Young Adults. Millennials.
- Li, Y., & Manoharan, S. (2013). A performance comparison of SQL and NoSQL databases. doi:10.1109/PACRIM.2013.6625441
- Morduch, R. (2016). *Los jóvenes y las pantallas*. GEDISA.
- Nguyen, T., Czerwinski, M., & Lee, D. (s.f.). COMPAQ QuickSource: Providing the Consumer with the Power of Artificial Intelligence. *IAAI '93 Proceedings of the The Fifth Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence*, 142-151.
- ofcom. (2017). *Children and Parents: Media Use and*. Londres.
- O'Hare, G., & Jennings, N. (s.f.). *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*. Wiley-Interscience.
- O'Leary, D. E. (2013). Artificial Intelligence and Big Data. *IEEE*, 96-99.
- Ovanessoff, A., & Plastino, E. (2017). *Accenture*. Obtenido de https://www.accenture.com/t00010101T000000Z__w___/cl-es/_acnmedia/PDF-49/Accenture-Como-la-IA-Puede-Generar-Crecimiento-En-Sudamerica.pdf#zoom=50.
- Páez, O. (2005). Internet: ¿Información Confiable? Una aplicación estadística al campo de las Ciencias de la Comunicación. *Razón y Palabra*.
- Pulse Chat. (23 de septiembre de 2016). *Chatbotslife*. Obtenido de <https://chatbotslife.com/must-have-kpis-for-chat-bots-b75b9efddfb9>
- Rahman, S. (s.f.). Artificial intelligence in electric power systems: a survey of the Japanese industry. *IEEE*, 1211-1218.
- Richards, M. (2015). *Software Architecture Patterns*. O'Reilly Media.
- Robert, R., & Turban, E. (s.f.). *Neural Networks in Finance and Investing: Using Artificial Intelligence to Improve Real World Performance*. New York: McGraw-Hill.
- Sommerville, I. (2005). *Ingeniería de software*. Madrid: PEARSON EDUCACION. S.A.
- Terra, A. L., & Sá, S. (2013). A credibilidade da informação na web: estudo de práticas informacionais em contexto escolar.
- Yacef, K., Mostow, J., Pavlik, P., & Chad Lane, H. (2013). *Artificial Intelligence in Education*. Springer.

Capítulo 3: Recomendaciones de usabilidad para el diseño de sitios web dirigidos a la población infantil

Mallory Julieth Muñoz Gutiérrez, Liceth Marcela Domínguez Pinzón, Gabriel Elías Chanchí Golondrino, Katerine Márceles Villalba
Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca
Colombia

Sobre los autores

Mallory Julieth Muñoz Gutiérrez: Tecnóloga en Desarrollo de software de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, estudiante de octavo semestre de Ingeniería Informática de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Participó en calidad de expositor en las II y III experiencias académicas de la facultad de ingeniería, las cuales se llevaron a cabo en la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca en el año 2014 y 2015 respectivamente. Dentro de sus áreas de interés se encuentra: la usabilidad y accesibilidad de sistemas interactivos, internet de las cosas, ingeniería del software y gerencia de proyectos.

Correspondencia: juliethgutierrez@unimayor.edu.co

Liceth Marcela Domínguez Pinzón: Estudiante de octavo semestre de Ingeniería Informática de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Dentro de sus áreas de interés se encuentran las redes informáticas y la interacción mediante software entre las personas y computadoras. En la actualidad investiga de manera independiente sobre usabilidad y software para la educación y ha decidido impulsar sus conocimientos a través de capacitaciones como “Tendencias de ingeniería del software en Latinoamérica” y “Nuevas tendencias de la Ingeniería y aplicaciones de la informática”

Correspondencia: lmdominguez@unimayor.edu.co

Gabriel Elías Chanchí Golondrino: Doctor en ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca. Actualmente se desempeña como docente de la Facultad de Ingeniería de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Dentro de sus áreas de interés se encuentran: usabilidad, accesibilidad en aplicaciones interactivas e internet de las cosas, juegos serios, Interacción Humano Computador y Computación afectiva.

Correspondencia: gchanchi@unimayor.edu.co

Katerine Márceles Villalba: Magister en Seguridad Informática y de Sistemas de la Universidad de la Rioja y Magister en Gerencia de Mantenimiento de la Universidad de Zulia. Actualmente se desempeña como docente ocasional de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, y hace parte del grupo de Investigación y Desarrollo en Informática I+D de la misma universidad. Dentro de sus áreas de interés se encuentra la seguridad informática, la seguridad en sistemas embebidos e Internet de las cosas.

Correspondencia: kmarceles@unimayor.edu.co

Resumen

La usabilidad es uno de los atributos fundamentales que definen la calidad de un producto software, puesto que incide en la aceptación de un producto por parte del usuario y posibilita un desarrollo competitivo dentro de la industria del software, al considerar a las personas como parte esencial en el éxito o fracaso de un producto software. A pesar de lo anterior no se ha evidenciado la existencia de un conjunto puntual de recomendaciones y/o pautas de usabilidad para el diseño y construcción de sitios web enfocados a la población infantil, lo cual hace que la mayoría de los portales web se centren en un público adulto. En este artículo se presenta como aporte un conjunto de recomendaciones de usabilidad para sitios web dirigidos a la población infantil, las cuales pretenden servir de guía para diseñadores y programadores en cuanto a las características más adecuadas de diseño y navegación en este tipo de sitios. De este modo, la implementación de estas recomendaciones permitirá que este tipo de portales tengan una mayor aceptación por parte de los usuarios de la población infantil. Finalmente las recomendaciones propuestas fueron usadas en este artículo para evaluar un portal web gubernamental del departamento del Cauca.

Palabras Claves: Población infantil, producto software, recomendaciones, sitios web, usabilidad.

Recommendations of usability for the design of web sites directed the infantile population

Abstract

The usability is one of the fundamental attributes that define the quality of a product software, since it affects in the acceptance of a product on the part of the user and makes a competitive development possible inside the industry of the software, on having considered the persons to be an essential part in the success or failure of a product software. In spite of the previous thing there has not demonstrated the existence of a punctual set of recommendations and / or guidelines of usabilidad for the design and construction of web sites focused on the infantile population, which does that the majority of the web portals centre on an adult public. In this article one presents as contribution a set of recommendations of usabilidad for web sites directed the infantile population, which try to use as guide for designers and programmers as for the most suitable characteristics of design and navigation in this type of sites. Thus, the implementation of these recommendations will allow that this type of portals should have a major acceptance on the part of the users of the infantile population. Finally the proposed recommendations were used in this article to evaluate a web governmental portal of the department of the Cauca.

Keywords: Child population, product software, recommendations, usability, websites.

Introducción

Actualmente está demostrado que la intensidad en la aplicación de nuevas tecnologías y la incorporación de un sitio web, esta correlacionado de manera positiva con el incremento de las ventas, la productividad y el valor del mercado de las empresas ya que el uso de este tipo de portales son la forma más sencilla que tienen las personas para dar a conocer información sobre un servicio. En relación a esto es importante que los sitios web cumplan con los requisitos para lo cual fueron creados y sean acordes al tipo de población a la cual se dirigen, de tal modo que estos dos aspectos logren captar la atención del usuario sin dejar de un lado la idea principal para la cual se creó el sitio web. Es por esto, que el concepto de usabilidad ha tomado fuerza con el objetivo de que los usuarios puedan cumplir sus expectativas de uso de manera adecuada.

Dentro de las ventajas y aportes que brinda la usabilidad al campo de desarrollo del software se encuentran: es un atributo fundamental en el desarrollo de las aplicaciones interactivas, ya que permite tener un desarrollo competitivo dentro de la industria del software al considerar a las personas como parte fundamental del éxito o fracaso de un producto software. De este modo, el concepto de usabilidad agrupa aquellos aspectos que deberían tenerse en cuenta a la hora de crear un aplicativo software que cumpla con las finalidades de su uso al momento de ser utilizado por un usuario. A pesar de las grandes ventajas que provee la usabilidad en el desarrollo de aplicaciones, se ha podido detectar la poca relevancia que se les ha dado a usuarios en edad infantil como actores principales en el uso de recursos tecnológicos, razón por la cual muchos niños abandonan la mayoría de sitios web debido a que la interacción con estos se torna demasiado compleja a la hora de navegar.

Al observar la importancia que tienen los sitios web para niños y la poca relevancia que se le da al diseño de estos sitios, se ha realizado un conjunto de recomendaciones de usabilidad para sitios web dirigidos a la población infantil, a partir de las cuales se pretende beneficiar a los desarrolladores web, diseñadores, tecnólogos y a todas las personas que hagan parte de esta áreas, para que mediante estas recomendaciones puedan tener una guía que les permita informarse un poco más acerca de las pautas adecuadas para el diseño de sitios web para niños. Con el fin de evaluar las recomendaciones que fueron creadas, se hizo una inspección sobre el portal web de la Gobernación del Cauca con lo cual fue posible identificar algunos problemas básicos en cuanto a la adaptación de páginas web para niños.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: En la siguiente sección se presenta un conjunto de conceptos que se tuvieron en cuenta para la generación del presente artículo. Seguidamente se especifica la metodología y cada una de las fases que sirvieron de referencia para llevar a cabo este trabajo, se presentan las recomendaciones obtenidas, se realiza un caso de estudio sobre el portal web de la Gobernación del Cauca y finalmente se presentan las conclusiones que se obtuvieron al finalizar la presente investigación.

Marco conceptual

En esta sección se incluyen un conjunto de conceptos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del presente trabajo, dentro de los cuales se encuentran: usabilidad, heurística.

Usabilidad

La usabilidad se define en el estándar ISO 9241-11 como “el grado en el que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un determinado contexto de uso”.

Se conoce como una propiedad que está ligeramente relacionada con la facilidad del uso. También se puede tomar como la rapidez con la que se aprende algo en particular, la eficiencia al utilizarlo, la fácil memorización del proceso y las reacciones que se generan al darle uso, esto implica que se de uso a todas y cada una de sus características (Nielsen & Hoa, *Prioritizing Web Usability*, 2000).

En el enfoque propuesto por el estándar ISO/IEC 9126, se define a la usabilidad como un atributo de calidad de software. El término se utiliza para referirse a la capacidad que tiene un producto software para ser usado con facilidad. Esto corresponde al concepto de usabilidad como parte de la calidad del software, siendo la calidad del software definida como “un conjunto de atributos de software que se sostienen en el esfuerzo necesitado para el uso y en la valoración individual por un conjunto de usuarios declarados o implicados” (International, 2001).

Por otro lado (Nielsen, *Ingeniería de usabilidad*, 1993) establece que la usabilidad es un atributo de calidad que evalúa lo fácil que puede ser el uso de las interfaces de usuario de un producto software. Desde el punto de vista de Nielsen, la usabilidad se define en términos de cinco atributos entre los cuales se destacan:

- Aprendizaje: ¿Qué tan fácil es para los usuarios llevar a cabo las tareas básicas la primera vez que interactúan con la interfaz de usuario?
- Eficiencia: Una vez que los usuarios se han familiarizado con el diseño de la interfaz ¿Qué tan rápido pueden realizar las tareas?
- Memoria: ¿Qué tanto pueden recordar los usuarios acerca del diseño después de un periodo de tiempo de no utilizar el sistema?
- Prevención de errores: ¿Cuántos errores cometen los usuarios, que tan graves pueden ser y con qué facilidad pueden recuperarse de estos?
- Satisfacción: ¿Qué tan agradable es utilizar el diseño de la interfaz de usuario?

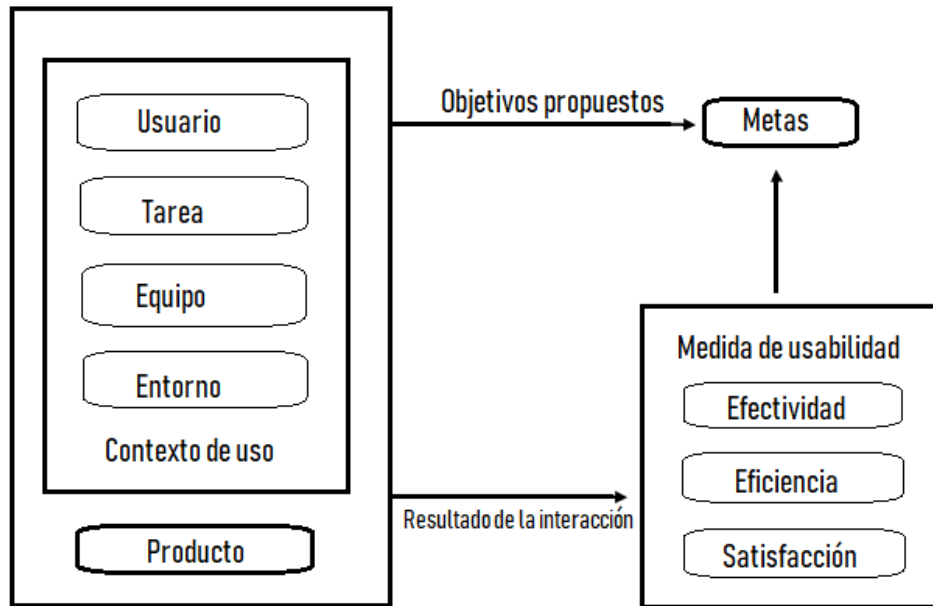


Figura 1. Esquema ISO/IEC 9241-11 (Normalización, 2018).

Evaluación Heurística

La evaluación heurística se presenta como un método de evaluación de la usabilidad por inspección que debe ser llevada a cabo por evaluadores expertos a partir de una serie de principios previamente establecidos. Por ser una técnica de evaluación de la usabilidad, la evaluación heurística tiene como objetivo medir la calidad de la interfaz de cualquier sistema interactivo en relación a su facilidad para ser aprendido y usado por un determinado grupo de usuarios en un determinado contexto de uso.

Una característica fundamental de la evaluación heurística es su bajo costo, aunque el mismo puede variar dependiendo del número de evaluadores que se incluya en el proceso. La evaluación heurística no requiere una larga planificación para realizarse y puede usarse en las etapas iniciales del proceso de desarrollo de sistemas, siempre y cuando se disponga de un prototipo a evaluar (González, Lorés, & Pascual).

Hoy en día existen muchos tipos de test para evaluar la usabilidad y asegurar que los diseños ofrezcan una buena experiencia al usuario. Una de las más conocidas y utilizadas como referente en el sector son las 10 reglas heurísticas de Nielsen quien estudió 249 problemas de usabilidad y a partir de ellos diseñó lo que denomino las reglas generales para identificar posibles problemas de usabilidad, cabe resaltar que estas heurísticas son de propósito general y que en el estudio de cada una de ellas no ha sido posible identificar heurísticas puntuales que sirvan como pauta para el diseño de páginas web para niños (Finelli, 2011). A continuación se presentan las 10 heurísticas propuestas por (Nielsen, Sitios web para niños: problemas de usabilidad en el diseño para jóvenes, 2010).

1. **Visibilidad del estado del sistema:** el sistema siempre debería mantener informados a los usuarios de lo que está ocurriendo, a través de retroalimentación apropiada dentro de un tiempo razonable.

2. **Relación entre el sistema y el mundo real:** el sistema debería hablar el lenguaje de los usuarios mediante palabras, frases y conceptos que sean familiares al usuario, más que con términos relacionados con el sistema. Seguir las convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.
3. **Control y libertad del usuario:** hay ocasiones en que los usuarios elegirán las funciones del sistema por error y necesitarán una “salida de emergencia” claramente marcada para dejar el estado no deseado al que accedieron, sin tener que pasar por una serie de pasos. Se deben apoyar las funciones de deshacer y rehacer.
4. **Consistencia y estándares:** los usuarios no deberían cuestionarse si acciones, situaciones o palabras diferentes significan en realidad la misma cosa; siga las convenciones establecidas.
5. **Prevención de errores:** mucho mejor que un buen diseño de mensajes de error es realizar un diseño cuidadoso que prevenga la ocurrencia de problemas.
6. **Reconocimiento antes que recuerdo:** se deben hacer visibles los objetos, acciones y opciones, El usuario no tendría que recordar la información que se le da en una parte del proceso, para seguir adelante. Las instrucciones para el uso del sistema deben estar a la vista o ser fácilmente recuperables cuando sea necesario.
7. **Flexibilidad y eficiencia de uso:** la presencia de aceleradores, que no son vistos por los usuarios novatos, puede ofrecer una interacción más rápida a los usuarios expertos que la que el sistema puede proveer a los usuarios de todo tipo. Se debe permitir que los usuarios adapte el sistema para usos frecuentes.
8. **Estética y diseño minimalista:** los diálogos no deben contener información que es irrelevante o poco usada. Cada unidad extra de información en un diálogo, compite con las unidades de información relevante y disminuye su visibilidad relativa.
9. **Ayudar a los usuarios a reconocer,** diagnosticar y recuperarse de errores: los mensajes de error se deben entregar en un lenguaje claro y simple, indicando en forma precisa el problema y sugerir una solución constructiva al problema.
10. **Ayuda y documentación:** incluso en los casos en que el sistema pueda ser usado sin documentación, podría ser necesario ofrecer ayuda y documentación. Dicha información debería ser fácil de buscar, estar enfocada en las tareas del usuario, con una lista concreta de pasos a desarrollar y no ser demasiado extensa.

Metodología

Durante el proceso de desarrollo de las recomendaciones de usabilidad para el diseño de sitios web dirigidos a la población infantil, se ha elegido una metodología para la resolución práctica y creativa de problemas llamado Design Thinking, conocida como una metodología extremadamente útil para abordar problemas complejos desconocidos, al comprender las necesidades humanas involucradas, al crear muchas ideas en sesiones de lluvia de ideas y al adoptar un enfoque práctico en prototipado y pruebas (Dam & Siang, 2018). Esta metodología utiliza elementos del conjunto de herramientas del diseñador como la empatía y la experimentación para llegar a soluciones innovadoras. Este proceso cuenta con varias fases que incluyen: definir el problema e investigar, formar ideas, crear prototipos y probar.

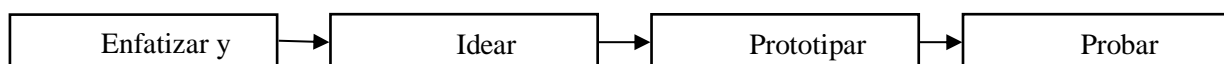


Figura 2. Fases de Design Thinking (Fuente Propia).

Fase 1 – Enfatizar y definir: En esta primera fase se obtiene una comprensión empática del problema que se desea resolver, durante el desarrollo de la misma y luego de haber reunido la mayor información se analizaron las observaciones y se sintetizaron para definir los problemas centrales que se habían identificado hasta este punto. De acuerdo a lo anterior, en la presente investigación se realizó la generación de una base conceptual sobre los principales conceptos asociados a la usabilidad y se identificaron los problemas de usabilidad para sitios web dirigidos a la población infantil a partir de fuentes bibliográficas.

Fase 2 - Idear: Durante esta fase, los diseñadores están listos para comenzar a generar ideas. Es importante obtener tantas ideas o soluciones de problemas como sea posible al comienzo de la misma. Luego de haber recolectado información y haber sintetizado las observaciones se realizó una exploración de los diferentes principios y pautas de usabilidad, se identificaron los lineamientos generados en las páginas web dirigidas a la población infantil y se obtuvieron un conjunto de pautas para el diseño de sitios web para niños.

Fase 3 - Prototipar: En esta tercera fase, el equipo de diseño producirá una serie de versiones reducidas y económicas del producto o características específicas que se encuentran dentro del mismo, para que sea posible investigar las soluciones de problemas generados en la etapa anterior. Esta es una fase experimental y su objetivo es identificar la mejor solución posible para cada uno de los problemas identificados durante las dos primeras fases (Dam & Siang, 2018). Respecto a lo anterior, fue necesario empezar a comprometer recursos para alcanzar los objetivos iniciales. Se realizó el diseño de las recomendaciones y pautas de usabilidad para sitios web dirigidos a la población infantil que permitieran guiar el proceso de construcción y evaluación de sitios web enfocados a este tipo de población.

Fase 4 - Probar: Esta es la etapa final del modelo de 4 etapas, los resultados generados durante la fase de prueba se usan a menudo para redefinir uno o más problemas e informar la comprensión de los usuarios, las condiciones de uso, como piensa la gente, comportarse, sentir y empatizar. Incluso durante esta fase, se realizan modificaciones y mejoras para descartar soluciones de problemas y obtener una comprensión tan profunda del producto y sus usuarios como sea posible (Brown, 2017). En esta última etapa el equipo de trabajo probó rigurosamente el producto completo utilizando las mejores soluciones identificadas durante la etapa anterior y a partir de un caso de estudio se evaluó las recomendaciones propuestas para determinar el cumplimiento de las mismas sobre un portal web gubernamental del departamento del Cauca.

Recomendaciones de usabilidad

En esta sección se presentan un conjunto de recomendaciones de usabilidad para el diseño y construcción de sitios web dirigidos a la población infantil. Para diseñar estas recomendaciones se consideró un rango de edad entre 3 y 12 años.

ID	RECOMENDACIÓN	FUENTE
R1	La facilidad de lectura y comprensión de un texto, son aspectos fundamentales que deben tenerse en cuenta en el diseño de un sitio web para niños.	(Nielsen, Sitios web para niños: problemas de usabilidad en el diseño para jóvenes, 2010)
R2	Considerar la edad de los usuarios, es uno de los factores más importantes a tener en cuenta durante el desarrollo de un sitio web. Hay cuatro grupos de edades a considerar: Niños muy pequeños (3 a 5 años), niños pequeños (6 a 8 años), niños grandes (9 a 12 años) y adolescentes (13 años en adelante).	(Santa, 2014)
R3	El color debe ser una de las opciones que más impacte en el diseño cuando se trabaja con audiencia infantil.	(Montero, 2004)
R4	Un lenguaje apropiado a la edad es clave para la comprensión e interacción de los usuarios con el portal.	(Santa, 2014)
R5	Las páginas web deberían incluir técnicas atractivas como la ludificación.	(Santa, 2014)
R6	Incorporar música, animaciones, videos y personajes divertidos es una buena estrategia para atraer a los niños.	(Montero, 2004)
R7	Utilizar gestos más sencillos e intuitivos ayudara a que el niño tenga una buena experiencia dentro del portal.	(Santa, 2014)
R8	Evite utilizar más de tres anuncios por página o conseguirá agobiar al usuario.	(García, Pernet, & Cano, 2017)
R9	Las fuentes empleadas dentro de la página deben utilizar un tamaño suficiente para asegurar la correcta legibilidad del texto por parte de los usuarios. Se recomienda que el tamaño de la fuente este entre 12 y 14 puntos.	(Nielsen, Sitios web para niños: problemas de usabilidad en el

		diseño para jóvenes, 2010)
R10	Utilizar metáforas de la vida real a menudo es una herramienta muy útil para los pre-lectores.	(Montero, 2004)
R11	La paleta de tipografía debe ser limitada, con una audiencia que tiene poca o nula habilidad lectora, las opciones de tipografía pueden resaltar o matar el diseño. La única opción para los niños es la sans serif básica.	(Santa, 2014)
R12	Se recomienda el uso del puntero, dado que lo niños suelen recorrer la pantalla con el puntero ya sea para ver zonas clicables o simplemente para disfrutar de los efectos de sonido que reproducen los diferentes elementos de la interfaz.	(García, Pernet, & Cano, 2017)
R13	Las secciones de ayuda deberían estar bien redactadas, puesto que los niños son más propensos a leer las instrucciones de uso que los adultos.	(Santa, 2014)
R14	Se recomienda estimular a los niños con elementos reconocibles por ellos, debido a que las experiencias de los niños en la vida son limitadas, algunas de las cosas con las que están más familiarizados se encuentran en la naturaleza. Es importante utilizar elementos naturales como el agua, árboles, nieve y animales.	(Dekker, 2011)
R15	Se recomienda que los elementos a utilizar dentro de una página web sean grandes y llamativos. Tipografía grande, botones grandes y grandes áreas de llamada a la acción se han vuelto comunes en el diseño moderno, pues ayudan a que los niños se sientan naturalmente atraídos por objetos simples, evidentes y reconocibles.	(Dekker, 2011)
R16	Se recomienda incluir formas extruidas como sombras, paisajes, efectos de biselado, gradientes brillantes u objetos flotantes, ya que a los niños les gusta dejar correr su imaginación en un mundo que se ve y se siente real. Este tipo de ambiente puede ser creado a través de la profundidad de los elementos de diseño.	(Vergara, 2011)
R17	Se recomienda la incorporación de videos en el sitio web, teniendo en cuenta que los vídeos agregan un aspecto divertido, interactivo y educativo al contenido de un sitio.	(Morrison, 2011)

<p>R18</p>	<p>A los niños les gusta tener algo tangible para llevar con ellos y que les ayude a recordar su experiencia. Las imágenes imprimibles y las páginas para colorear son una buena recomendación al crear un sitio web para niños pues le permite a este tipo de usuarios recordar su experiencia, mientras que les brinda a los propietarios de sitios web la oportunidad de mejorar y promocionar su marca fuera de la pantalla de la computadora.</p>	<p>(Vergara, 2011)</p>
<p>R19</p>	<p>Se recomienda incorporar elementos en el diseño para garantizar que se presente un ambiente alegre y positivo, los niños recordarán y volverán a un sitio web si su experiencia fue buena.</p>	<p>(Dickinson, 2017)</p>
<p>R20</p>	<p>En cualquier diseño de sitios web, las áreas de navegación y llamada a la acción deben ser puntos focales. Se recomienda simplificar demasiado estas áreas para que los niños puedan navegar fácilmente. La navegación basada en texto en los sitios web de los niños no sería tan efectiva como los botones y gráficos grandes, porque carecerían de un enfoque visual en cualquier página.</p>	<p>(Gross, 2016)</p>
<p>R21</p>	<p>Diseñar un sitio web para niños es su oportunidad de romper las reglas cuando se trata de diseñar en una cuadrícula, se recomienda utilizar un diseño desestructurado que incorpore muchos puntos focales en la pantalla de arriba a abajo. Es importante otorgar a los niños elementos que puedan mantener sus ojos y su cerebro ocupados.</p>	<p>(Lazaris, 2009)</p>
<p>R22</p>	<p>Si estamos intentando alcanzar las mentes y los corazones de personas jóvenes a través de una experiencia en línea debemos tener en cuenta que se nos confía una gran responsabilidad. Los niños son mentalmente frágiles y se ven fácilmente afectados por lo que ven, oyen y tocan. Se recomienda abordar varios factores en el sitio web para garantizar que no se produzcan daños a este tipo de usuarios.</p>	<p>(Dickinson, 2017)</p>
<p>R23</p>	<p>Una línea de la historia ayudará a involucrar a los niños y crear una conexión entre ellos y el sitio web. Esa historia puede ser el centro de atención del diseño del sitio web, incluido el entorno y los personajes, y puede mantenerse en diferentes páginas, partes y elementos interactivos del sitio.</p>	<p>(Gross, 2016)</p>

Tabla 1. Recomendaciones de usabilidad.

Caso de estudio

A partir de las recomendaciones de usabilidad presentadas en la tabla 1, se hizo una inspección con el equipo de trabajo sobre el portal web de la Gobernación del Cauca, con lo cual fue posible identificar algunos problemas básicos en cuanto a la adaptación de páginas web para niños. Como resultado de lo anterior, en la tabla 2 se realiza una comparación de los problemas identificados en el sitio web y junto a cada uno de ellos se asocia una sugerencia de cambio.

ID	PROBLEMA	SUGERENCIA DE CAMBIO
R1	En este portal no se considera la edad de los usuarios en cuanto al contenido textual que maneja la página.	Se sugiere que el contenido textual que maneja la página sea fácil de leer y comprender, teniendo en cuenta que este aspecto es fundamental en el diseño de un sitio web para niños.
R2	En este portal no se considera la edad de los usuarios, su temática y diseño están dirigidos únicamente a la población adulta.	Se sugiere que el portal web considere la edad de los usuarios que harán uso del mismo, teniendo en cuenta que el tipo de audiencia puede impactar grandemente en las decisiones que un diseñador toma porque los niveles de cognición pueden variar mucho.
R3	El portal no tiene en cuenta esta recomendación, debido a que su interfaz maneja colores neutros y lo recomendado es que dentro de él se haga uso de colores atractivos, con lo cual se busca crear un impacto entre el usuario y el sitio web.	Se sugiere que dentro del portal se cree una paleta que sea brillante, animosa y divertida. Los colores más fuertes y brillantes son más felices y más atractivos en los proyectos de diseño de páginas web para niños.
R4	El portal emplea un lenguaje apropiado para cualquier tipo de población.	El portal cumple con esta recomendación
R5	El portal no incluye técnicas de ludificación, razón que lo hace ver poco llamativo frente a un usuario de la población infantil.	Se sugiere que el portal incluya juegos atractivos y de mucha facilidad para los niños, es importante también que se considere la entrega de premios a los ganadores, con lo cual se espera que el diseño de cada uno de los juegos sea más atractivo.

- R6 El portal no hace uso de ninguno de los mecanismos apropiados para capturar la atención de los niños.
- Se sugiere que el portal incorpore elementos como música, animaciones, videos y personajes divertidos dentro del portal con lo cual se espera crear una conexión entre el niño y el diseño.
- R7 En este portal no se tienen en cuenta gestos sencillos ni intuitivos, lo cual no permite que el niño tenga una buena experiencia dentro del portal.
- Se sugiere que dentro del portal se haga uso de gestos sencillos e intuitivos como: toques, movimiento de los dedos o arrastrar objetos. El manejo de estos gestos ayudará a que el niño tenga una buena experiencia dentro del portal.
- R8 El sitio web es rápido, no utiliza anuncios en la página y no se reproducen videos de manera automática.
- El sitio web cumple con esta recomendación.
- R9 El portal web utiliza fuentes de distintos tamaños que de algún modo pueden obstruir la vista de los elementos que se muestran en la página.
- Se sugiere que las letras no obstruyan el contenido del portal y que la fuente manejada dentro del mismo sea al menos de 14 puntos. En los diseños para niños grandes o adolescentes las fuentes pueden ser un poco más pequeñas.
- R10 En este portal no se utilizan metáforas, lo cual impide la explicación o la ejemplificación de términos desconocidos o complicados de entender.
- Se sugiere el uso de metáforas dentro del portal, con lo cual se espera hacer familiar y comprensible lo desconocido, el uso de metáforas visuales es también una decisión acertada en el diseño de sitios web para niños ya que estos presentan menos conocimiento, habilidad y capacidad para la lectura.
- R11 Este portal maneja varias opciones de tipografía, pero no permite hacer el cambio de las mismas.
- Se sugiere el manejo de la fuente Sans Serif Básica, debido a que la audiencia con la cual se está trabajando tiene poca o nula habilidad lectora y estos aspectos de tipografía pueden resaltar o matar el diseño.
- R12 Este portal hace uso del puntero, pero no cuenta con zonas que permitan a los niños disfrutar de los efectos de sonido de algún elemento.
- Se sugiere que dentro del portal existan zonas clicables que permitan a los niños disfrutar de los efectos de sonido que reproducen los diferentes

elementos de la interfaz al ser sobrevolados.

R13 El portal web no cuenta con secciones de ayuda que permitan al usuario guiarse dentro del sitio.

Se sugiere proporcionar ayuda dependiente del contexto, así como la inclusión de una sección de preguntas frecuentes.

R14 El portal no utiliza elementos naturales, razón por la cual no es posible realizar una estimulación a los niños a través de elementos reconocibles.

Se sugiere utilizar elementos naturales que permitan familiarizar al niño con los elementos que se utilizan dentro del portal.

R15 El portal cuenta con áreas grandes de llamado a la acción, con lo cual se busca que los niños se sientan atraídos por objetos simples y evidentes.

El sitio web cumple con esta recomendación.

R16 El portal no incluye formas extruidas ni elementos de diseño que permita a los niños dejar correr su imaginación dentro del portal.

Se sugiere incluir formas extruidas como sombras, paisajes y efectos de biselado que permitan a los niños dejar correr su imaginación dentro del portal. Se sugiere también crear este tipo de ambientes a través de la profundidad de los elementos de diseño.

R17 El portal web cumple con esta recomendación pero el contenido de los videos se torna un poco aburridos para este tipo de población.

Se sugiere que el portal web incluya videos animados que permitan a los niños tener una experiencia agradable y llamativa dentro del portal.

R18 El portal no permite imprimir ningún tipo de contenido.

Se sugiere que el portal cuente con un botón para imprimir, esto con el fin de que los usuarios en edad infantil puedan tener algo tangible que les ayude a recordar su experiencia dentro del portal y les brinde a los propietarios del sitio web la oportunidad de mejorar y promocionar su marca dentro y fuera de la pantalla.

R19	El portal no cuenta con elementos de diseño que permitan a este tipo de usuarios disfrutar de un ambiente alegre y positivo.	Se sugiere incorporar elementos llamativos en el diseño del portal, esto con el fin de que los niños vuelvan a visitar el portal en caso de que su experiencia dentro del mismo haya sido positiva.
R20	La navegación dentro del portal se torna demasiado compleja debido a la cantidad de texto que se emplea dentro del mismo.	Se sugiere simplificar las grandes áreas de navegación y tener en cuenta que el exceso de texto puede aburrir al usuario.
R21	El portal utiliza un diseño desestructurado, en el cual incorpora muchos puntos focales dentro de la pantalla.	El portal cumple con esta recomendación.
R22	El portal web no incluye contenido que pueda afectar la mente de los niños, razón por la cual no aborda factores que permitan garantizar que no se produzca este tipo de daño a los usuarios.	El portal web no incluye contenido que pueda afectar la mente de los niños, razón por la cual no aborda factores que permitan garantizar que no se produzca este tipo de daño a los usuarios.

Tabla 2. Sugerencias de cambio.

Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se ha presentado una propuesta de un conjunto de recomendaciones de usabilidad para el diseño de sitios web dirigidos a la población infantil. Las recomendaciones pretenden servir de guía para los desarrolladores en el proceso de construcción y diseño de aplicaciones web para niños desde la perspectiva de la usabilidad.

A partir de las recomendaciones de usabilidad presentadas, se realizó una inspección con el equipo de trabajo sobre el portal web de la Gobernación del Cauca, con lo cual fue posible identificar algunos problemas básicos en cuanto a la adaptación de páginas web para niños. Como resultado de esto se realizó una comparación de los problemas identificados en el sitio web y junto a cada uno de ellos se asoció una sugerencia de cambio.

Como trabajo futuro, se pretende diseñar un test heurístico soportado en las heurísticas planteadas en la presente investigación. El test pretende ser de ayuda para los procesos de evaluación de sitios web dirigidos a la población infantil.

Referencias

- Brown, T. (21 de Noviembre de 2017). *Cómo dirigir una organización impulsada por el diseño*. Obtenido de *Cómo dirigir una organización impulsada por el diseño*: <https://designthinking.ideo.com/>
- Dam, R., & Siang, T. (08 de 2018). *5 etapas en el proceso de pensamiento de diseño*. Obtenido de *5 etapas en el proceso de pensamiento de diseño*: <https://www.interaction-design.org/literature/article/5-stages-in-the-design-thinking-process>
- Dekker, P. (20 de Febrero de 2011). *Diseño de una web para niños*. Obtenido de *Diseño de una web para niños*: <http://ddsign.es/2011/02/20/diseño-de-una-web-para-niños/>
- Dickinson, O. (24 de Marzo de 2017). *Cómo diseñar sitios web para niños*. Obtenido de *Cómo diseñar sitios web para niños*: <https://www.creativebloq.com/web-design/designing-websites-children-7147118>
- Finelli, F. (28 de Junio de 2011). *10 reglas heurísticas de usabilidad de Jakob Nielsen*. Obtenido de *10 reglas heurísticas de usabilidad de Jakob Nielsen*: <http://www.braintive.com/10-reglas-heuristicas-de-usabilidad-de-jakob-nielsen/>
- García, L., Pernet, A., & Cano, J. (26 de Enero de 2017). *Estudio exploratorio de usabilidad para niños de Colombia*. Obtenido de *Estudio exploratorio de usabilidad para niños de Colombia*: <http://www.scielo.org.co/pdf/zop/n26/2145-9444-zop-26-00012.pdf?fbclid=IwAR0wQCJ2CBCL76pt8vzbo2fsFoJNz4PEeAvrATo-74G8ydwps4D3gNgBdVQ>
- González, M. P., Lorés, J., & Pascual, A. (s.f.). *Evaluación Heurística*. Obtenido de *Evaluación Heurística*: <https://aipo.es/libro/pdf/15-Evaluacion-Heuristica.pdf>
- Gross, R. (Febrero de 2016). *Diseño de sitios web para niños: tendencias y mejores prácticas*. Obtenido de *Diseño de sitios web para niños: tendencias y mejores prácticas*: <https://www.canva.com/learn/kids-websites/>
- IDEO. (2018). *El pensamiento de diseño*. Obtenido de *El pensamiento de diseño*: <https://www.ideo.com/pages/design-thinking>
- International, S. (20 de Marzo de 2001). *Information technology - Software product quality*. Obtenido de *Information technology - Software product quality*: <https://www.cse.unsw.edu.au/~cs3710/PMmaterials/Resources/9126-1%20Standard.pdf>
- Lazaris, L. (27 de Noviembre de 2009). *Diseño de sitios web para niños: tendencias y mejores prácticas*. Obtenido de *Diseño de sitios web para niños: tendencias y mejores prácticas*: <https://www.smashingmagazine.com/2009/11/designing-websites-for-kids-trends-and-best-practices/>
- Martinez, C. N. (2014). *Definición de heurística*. Obtenido de *Definición de heurística*: <https://es.scribd.com/doc/59118771/DEFINICION-DE-HEURISTICA>
- Montero, H. (21 de Septiembre de 2004). *Diseño web orientado a niños*. Obtenido de *Diseño web orientado a niños*: http://www.nosolousabilidad.com/articulos/diseño_orientado_niños.htm
- Morrison, D. (06 de Julio de 2011). *Mejores Prácticas de Diseño Web para Niños*. Obtenido de *Mejores Prácticas de Diseño Web para Niños*: <https://www.smashingmagazine.com/2011/07/best-practices-for-designing-websites-for-kids/>
- Nielsen, J. (1993). *Ingeniería de usabilidad*. Obtenido de *Ingeniería de usabilidad*: <https://www.nngroup.com/books/usability-engineering/>

- Nielsen, J. (13 de Septiembre de 2010). *Sitios web para niños: problemas de usabilidad en el diseño para jóvenes*. Obtenido de Sitios web para niños: problemas de usabilidad en el diseño para jóvenes: <https://www.nngroup.com/articles/childrens-websites-usability-issues/>
- Nielsen, J., & Hoa, L. (2000). *Prioritizing Web Usability*. Anaya Multimedia.
- Normalización, O. I. (Marzo de 2018). *Usabilidad: definiciones y conceptos*. Obtenido de Usabilidad: definiciones y conceptos: <https://www.iso.org/standard/63500.html>
- Santa, M. L. (15 de Diciembre de 2014). *Diseño de Páginas Web para Niños*. Obtenido de Diseño de Páginas Web para Niños: <https://www.staffdigital.pe/blog/disenio-de-paginas-web-para-ninos-tips-y-consejos/>
- Vergara, C. (25 de Octubre de 2011). *6 consejos a tomar en cuenta al diseñar páginas web para niños*. Obtenido de 6 consejos a tomar en cuenta al diseñar páginas web para niños: <https://www.revistapym.com.co/destacados/6-tips-sobre-diseno-web-ninos>

Capítulo 4: Modelo de club de aprendizaje en automatización de pruebas para empresas desarrolladoras de software

Marisella Restrepo Pérez, Adriana Xiomara Reyes Gamboa
Politécnico Jaime Isaza Cadavid
Colombia

Sobre los autores

Marisella Restrepo Pérez: Marisella Restrepo Pérez. Ingeniera informática del Politécnico Jaime Isaza Cadavid, estudiante de maestría en ingeniería con énfasis en gestión de proyectos de software en la misma institución. Con más de 6 años de experiencia en el área de pruebas de software trabajando para diferentes clientes en banca como Bancolombia y Falabella. Actualmente, trabajo en la empresa Sophos Solutions, como líder de pruebas en el cliente tigo-une. Las áreas de interés de investigación son las metodologías de trabajo ágiles, las prácticas y herramientas para la implementación de la gestión del conocimiento en las empresas.

Correspondencia: marisella_restrepo82103@elpoli.edu.co

Adriana Xiomara Reyes Gamboa: Ingeniero de Sistemas, Especialista en Teleinformática, Magister en Ciencias Computacionales, Doctor en ingeniería de sistemas e Informática de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Docente Asociada de la Facultad de Ingeniería del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia. Investigadora Asociada de Colciencias, las áreas de interés de investigación y trabajo son la ingeniería de software, arquitecturas de software, agilísimo, desarrollo de contenidos educativos soportados por TIC.

Correspondencia: axreyes@elpoli.edu.co

Resumen

Actualmente en las empresas desarrolladoras de software y prestadoras del servicio de pruebas, se tiene la necesidad de que los analistas de pruebas funcionales adquieran el conocimiento de automatización en diferentes lenguajes de programación debido a las necesidades del mercado, además de que puedan acceder a una información almacenada, seleccionada y adecuada acorde a los estándares de cada compañía, en cualquier momento y lugar. En este artículo se propone la generación de un modelo de comunidad de práctica, herramienta de gestión del conocimiento que les ayude a los colaboradores a nivelarse, a que los más avanzados puedan compartir su conocimiento, a que puedan investigar y practicar en conjunto, a generar estándares dentro de las empresas, entre otros beneficios; creando de esta manera un club de aprendizaje dividido en los diferentes niveles de programación existentes en el área, en el que se propongan retos semanales y se cree un marco de estudio que le proporcionará a los colaboradores el conocimiento requerido para suplir las necesidades de los clientes por medio del aprendizaje colaborativo.

Palabras Claves: Automatización de pruebas, Aprendizaje colaborativo, Comunidades de práctica, Gestión del conocimiento, Herramientas de una CoP.

Learning club model in test automation for software development companies

Abstract

Currently in software development companies and test service providers, there is a need for functional test analysts to acquire the knowledge of automation in different programming languages due to the needs of the market, as well as access to information stored, selected and adequate according to the standards of each company, at any time and place. This article proposes the generation of a community of practice model, a knowledge management tool that will help to the collaborators to level themselves, the most advanced to share their knowledge, to investigate and practice together, to generate standards within companies, among other benefits; creating in this way a learning club divided into the different levels of programming existing in the area, in which weekly challenges are proposed and a study framework is created that will provide the collaborators with the knowledge required to meet the needs of the clients through collaborative learning.

Keywords: *Test automation, Collaborative learning, Communities of practice, Knowledge management, CoP tools.*

Introducción

La gestión del conocimiento, entre otras definiciones, es una disciplina encargada de diseñar e implementar sistemas cuyo objetivo es identificar, capturar y compartir sistemáticamente el conocimiento involucrado dentro de una organización de forma que pueda ser convertido en valor para la misma (Pérez, 2016).

Una comunidad de práctica (CoP) es un grupo de personas ligadas por un tema en común, recurrente y estable en el tiempo, que interactúan para generar un aprendizaje entorno a esta temática común. Dicha práctica concierne un abanico muy amplio y va desde frecuentes discusiones en la cafetería hasta la solución colectiva de problemas difíciles (Wenger, 2000).

Actualmente en las empresas desarrolladoras de software y prestadoras del servicio de pruebas, se tiene la necesidad de que los analistas de pruebas funcionales adquieran el conocimiento de automatización de pruebas en diferentes lenguajes de programación debido a las necesidades del mercado de tener una implementación de metodologías ágiles como SCRUM y tecnologías emergentes dentro de las organizaciones. Teniendo en cuenta que los analistas se encuentran en diferentes niveles de aprendizaje, algunos manejan diferentes lenguajes y patrones de automatización de pruebas, algunos solo conocen el lenguaje de programación java pero no orientado a la automatización de pruebas y otros no poseen las habilidades básicas de desarrollo de software como la lógica de programación, puesto que fueron aprendidas en la universidad pero dentro de sus actividades diarias no han sido practicadas.

En este artículo se propone implementar en las empresas prestadoras del servicio de pruebas y que cuentan con analistas de pruebas funcionales, una comunidad de práctica, herramienta de gestión del conocimiento que les ayude a los colaboradores a nivelarse, a que los más avanzados

puedan compartir su conocimiento, a que puedan investigar y practicar en conjunto, a generar artefactos de automatización de pruebas que sean reutilizados en la organización, entre otros beneficios; creando de esta manera un club de aprendizaje dividido en los diferentes niveles de programación existentes en el área, en el que se propongan retos semanales y se cree un marco de estudio que le proporcionará a los analistas el conocimiento requerido para suplir las necesidades de los clientes por medio del aprendizaje colaborativo.

Este artículo se encuentra organizado en cuatro secciones, la primera corresponde a la metodología a utilizar para la realización del trabajo, la segunda presenta la propuesta que se plantea desarrollar, la tercera los resultados de la investigación y por último se presentan las conclusiones de este trabajo.

Metodología

Tipo de investigación: La investigación fue proyectiva teniendo en cuenta que se planteó la generación de un modelo de comunidad de práctica para facilitarle a los colaboradores de las empresas desarrolladoras de software y prestadoras del servicio de pruebas, el aprendizaje de automatización de pruebas, generando de esta manera un aprendizaje colaborativo.

Fuentes y técnicas de recopilación: Se obtuvo información primaria a través de las experiencias del medio en la empresa Sophos Solutions e información secundaria a partir de consultas bibliográficas, revistas científicas, proyectos y consultas en la web.

Etapas de la investigación:

Caracterización de los elementos con los que se implementa una CoP por medio de revisión documental para posterior utilización de estas en el modelo.

- Búsqueda de la información con cadena de consulta Comunidades de práctica en las organizaciones.
- Caracterización de los diferentes elementos de una CoP.
- Principios para la implementación de una CoP en una organización.

Selección de la herramienta y técnica de las comunidades de práctica a utilizar para el desarrollo del club de aprendizaje.

- Identificación de las diferentes herramientas utilizadas en los trabajos analizados para la implementación de una CoP.
- Selección de las herramientas a utilizar para la implementación del modelo de club de aprendizaje.

Diseño del club de aprendizaje en automatización de pruebas incorporando técnicas y herramientas de comunidades de práctica.

- Definición de la estructura del club de aprendizaje.
- Creación del roadmap del club de aprendizaje con las habilidades y tecnologías requeridas para la implementación de la CoP.
- Generación del prototipo del club de aprendizaje de automatización de pruebas.

Desarrollo

Marco Conceptual

Gestión de conocimiento: De manera sucinta, podría señalarse a la gestión del conocimiento como la capacidad de administrar eficazmente los flujos de conocimiento al interior de la organización para garantizar su acceso y reutilización permanente, con lo cual se estimula la innovación, la mejora de los procesos de toma de decisiones y la generación de nuevos conocimientos. Dicho proceso estaría mediado por el carácter facilitador de las tecnologías de la información, posibilitando el flujo de información en toda la organización y la optimización de los canales de comunicación internos y externos. Lo anterior destaca la importancia de aplicar las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) en los procesos organizativos para propiciar la creación y transferencia de conocimiento (Rincón, 2017). Por tanto, la tecnología no puede representar por sí misma, un sustituto completo del contacto cara a cara, elemento crucial en la construcción de una cultura de intercambio de conocimientos pues la interacción social humana y la interactividad entre los individuos son fundamentales en el proceso de creación de conocimiento (Roberts, 2000).

Comunidades de práctica: Las comunidades de práctica son grupos de personas que comparten una preocupación, un conjunto de problemas, o la pasión sobre un asunto, y que profundiza su conocimiento y maestría en un área interaccionando regularmente (Wenger, 2000). La comunicación entre sus miembros es facilitada por el hecho de compartir el mismo sistema de conocimientos y sus interacciones se centran en una problemática de ámbito profesional (Henri & Pudelko). El objetivo de una comunidad de este tipo es mejorar las condiciones de ejercicio de la profesión, a través del compartir, del auxilio mutuo y procesos de tareas colaborativas. “La gente no trabaja necesariamente junta cada día, pero interaccionan porque encuentran valor en sus interacciones. Mientras pasan el tiempo juntas, ellas comparten típicamente la información, el pensamiento, y el consejo. Se ayudan a solucionar problemas, discuten su situación, sus aspiraciones, y sus necesidades, consideran cuestiones comunes, exploran ideas, y se ayudan mutuamente” (Wenger, 2000).

Automatización de pruebas: El objetivo de la prueba funcional es validar cuando el comportamiento observado del software probado cumple o no con sus especificaciones. La prueba funcional toma el punto de vista del usuario. Las funciones son probadas ingresando las entradas y examinando las salidas. La estructura interna del programa raramente es considerada. La automatización de las pruebas funcionales reduce significativamente el esfuerzo dedicado a las pruebas de regresión en productos que se encuentran en continuo mantenimiento. Un script de prueba (test script) son los datos y las instrucciones escritas con una sintaxis formal, almacenado en un archivo y usado por una herramienta de automatización de las pruebas. Un script de prueba puede automatizar uno o más casos de prueba, navegación, inicialización u operaciones de configuración del entorno. Un script de prueba previsto para la ejecución manual de las pruebas es un procedimiento de prueba (Esmite, 2007).

Revisión de la literatura - Comunidades de Práctica

Barrera, Fernández y Sallán (2014) proponen el desarrollo e implantación de una comunidad de práctica (CoP), online e-Catalunya como propuesta de comunicación y de aprendizaje en red.

Los resultados permiten afirmar que el e-Catalunya responde a las necesidades de los moderadores y participantes gracias a la integración de herramientas en un único espacio y a las posibilidades que ofrece para compartir documentos, crear conocimiento y generar aprendizaje. Ciro y Vasquez (2014) proponen una metodología para la implementación de una comunidad de práctica en EPM. La elaboración de la metodología le permitirá a EPM continuar construyendo conocimiento interrelacionado a través de las diferentes dimensiones de la organización, con iniciativas innovadoras, que con esta herramienta permitirán homologar procesos, construir una cultura del mejoramiento continuo y del aprendizaje que se construye colectivamente y se comparte. Liberona y Ruiz (2014) buscan explorar el estado general de la implementación de la gestión del conocimiento en las empresas y las dificultades para desarrollar estos programas en Chile, teniendo en cuenta que no existe ningún estudio con tal fin. Se identificaron 6 problemas principales para la adopción e implementación de programas de gestión del conocimiento, y se determina que si bien la gestión del conocimiento es conocida y valorada en las empresas chilenas, su adopción todavía es muy baja. Sánchez y Berrocoso (2014) describen los resultados de la investigación sobre la conformación de una comunidad de práctica a través de e-learning social y aprendizaje colaborativo en entornos virtuales (CSCL). La muestra está formada por 20 mujeres gitanas adultas y residentes en Extremadura (España) heterogéneas en edad, nivel formativo y actividad laboral. El estudio parte de la contextualización y posterior diseño, implementación y evaluación de una acción formativa de e-learning sobre igualdad de oportunidades y liderazgo social. Posteriormente, analiza el contenido de foros del curso, según las dimensiones del modelo «Comunidad de Indagación» que es una de las perspectivas teóricas más prometedoras sobre e-learning y enfoques constructivistas colaborativos y que ha sido desarrollada en cientos de estudios durante la última década. Por último, evalúa la experiencia formativa, utilizando la triangulación como procedimiento para el análisis de datos. Se destacan como resultados la validez del diseño y aplicación de la acción formativa; la conformación efectiva de la comunidad de práctica de mujeres gitanas en entornos virtuales de aprendizaje colaborativos; y los cambios significativos en las mujeres participantes que favorecen su promoción sociocultural. Se aporta un nuevo modelo de intervención socioeducativa con TIC basado en CSCL, destinado a la mejora de la formación y a la promoción sociocultural de los grupos en situación de exclusión social. Ferracutti, Boeris y Castorina (2018) presentan la caracterización de CaMPI, una comunidad de práctica geográficamente distribuida sobre sistemas automatizados para bibliotecas; prestando especial atención al aprendizaje colaborativo logrado y a las herramientas automatizadas utilizadas para la interacción entre usuarios y desarrolladores de software libre de código abierto. Como trabajo futuro proponen la definición de indicadores para medir la eficiencia de las herramientas utilizadas en la CoP. Murua, Gil, Domingo y Cacheiro (2015) presentan los principales resultados de la investigación exploratoria llevada a cabo sobre las cibercomunidades de aprendizaje (cCA) y la formación del profesorado aplicando, entre otros, el método Delphi. Se realiza una encuesta online en un panel de 31 expertos, y 19 responsables de comunidades que han contestado al cuestionario-cCA. Entre los principales resultados se destacan las condiciones para la creación y desarrollo de cCA, las herramientas y funcionalidades de las comunidades y las tipologías de participación (personas implicadas, activas, pasivas y ausentes). Sallán (2015) Clarifica el sentido que tiene el conocimiento compartido y cómo se puede hacer realidad en el marco de las organizaciones y del contexto social. Aplicado a la cultura de la seguridad y defensa puede ayudar a superar el marco informativo de las acciones emprendidas con la promoción y desarrollo de grupos de creación y gestión del conocimiento colectivo a través de los cuales se promueva tanto una mayor integración de las personas como la generación de nuevos productos. Resalta que no sólo es importante

transmitir el conocimiento sino promover su intercambio y enriquecimiento. Giraldo (2015) presenta algunos aportes a la constitución del concepto Comunidades de Práctica (CoP), el cual – proveniente del campo empresarial– al trasladarse a la investigación social abre nuevos horizontes de sentido sobre sus posibilidades y pertinencia. Esboza los elementos metodológicos que, desde una investigación en curso, permitieron constituir y fortalecer una CoP compuesta por 23 profesores en ejercicio que cursan primer semestre de la maestría de educación de la Universidad Santo Tomás, Bogotá. Esta CoP se conforma por la necesidad de repensar sus prácticas como maestros y hacer de esta reflexión el eje de sus investigaciones de grado, las cuales versan sobre sistematización de experiencias educativas. Hurtado, Baños y Martí (2018) implementan y evalúan una comunidad de práctica virtual en la asignatura de Prácticas Externas del grado de Pedagogía de la Universidad de Barcelona, orientada a la cotransferencia de conocimiento entre los diferentes agentes: universidad, organizaciones de prácticas y alumnado. Concluyen que las CoP pueden ser una forma efectiva para la cotransferencia entre los centros de práctica y los tutores de la universidad, pero el impacto que hasta el momento ha tenido la comunidad en dicha cotransferencia ha sido inferior al esperado. Se recomienda tener espacios físicos, contar con un líder y con herramientas que permitan tener espacios de intercambio para la mejora de la comunidad. Hernández (2016) basa su investigación de tesis doctoral en el caso de una empresa multinacional donde los sistemas y plataformas de tecnologías de la información (TIC) y de gestión de conocimiento (GC) facilitaron nuevas prácticas de trabajo virtuales para fomentar la creación y el intercambio de conocimiento en una comunidad global de ingenieros cuya función era diseñar, desplegar y hacer funcionar las redes móviles de telecomunicaciones. Destaca las barreras personales y organizacionales que se deberán demoler para el éxito en la implementación de una CoP, tales como la falta de motivación, la falta de tiempo para crear y compartir ideas, y la barrera de falta de confianza.

Partiendo del análisis de los artículos anteriores se concluye que las comunidades de práctica ayudan a mejorar la asimilación de conocimientos por parte de los colaboradores de las organizaciones en especial desarrolladoras de software, teniendo en cuenta que el activo más importante es la capacidad intelectual. Sin embargo, en las empresas no se ha tenido una completa adopción de estas. Se tienen muy pocos trabajos relacionados a la implementación de comunidades de práctica dentro de las organizaciones. No se han propuesto modelos de Comunidades de práctica relacionados al aprendizaje de automatización de pruebas dentro de empresas desarrolladoras de software.

Caracterización de las técnicas y herramientas con las que se realizan las CoP

En esta sección se presentan los elementos y principios requeridos para la implementación de una Comunidad de Práctica, los cuales se tienen en cuenta en el modelo propuesto del club de aprendizaje.

Elementos de una CoP (Wenger, 1998):

Tema: Una especialidad sobre la cual aprender y/o colaborar. Dominio de interés compartido.

Miembros: Personas interesadas en el tema que desean interactuar entre sí para adquirir un aprendizaje colaborativo.

Interacciones: Reuniones, conferencias y discusiones entre los miembros de la comunidad.

Líderes: Personas apasionadas sobre el tema quienes se dedicarán a crear, construir y sostener una comunidad.

Entusiasmo: Motivación para participar y pasar tiempo colaborando y / o aprendiendo sobre el tema.

Principios para el diseño e implementación de una CoP (Bronfman, 2011):

- Se deben “cultivar” las comunidades de práctica, es decir, se debe validar si existe alguna CoP referente al tema o uno relacionado dentro de la organización, antes de crear una nueva. De esta manera el objetivo será desarrollar la comunidad existente.
- Una vez identificada la CoP existente, se debe insistir en el tema en común de los miembros de la misma. Una buena estrategia sería consultar a los miembros los temas de trabajo de los que hablan en su cotidianidad en el momento en el que no se encuentran trabajando.
- Se debe tener un líder, que será un miembro respetado de la comunidad. Dispuesto a realizar ciertas actividades como agendar reuniones, iniciar hilos de conversación, atraer nuevas personas a la comunidad, entre otras. Es fundamental que el líder sea un miembro de la CoP, teniendo en cuenta que sólo un participante podría tener la información relevante de las necesidades de la CoP y estará motivado a trabajar duro para suplirlas.
- Existen diferentes niveles de participación en las CoP. Un pequeño grupo de apasionados que participan activamente en todas las discusiones, que no son más del 15%. Un grupo de personas activas, no más de un 20%, que participan en las reuniones presenciales, siguen las discusiones en los foros pero sólo intervienen ocasionalmente. Y finalmente, el resto de los miembros de la CoP que participan rara vez, que aparecen como simples observadores, que leen los mensajes en los foros pero no escriben en ellos, aunque no son tan pasivos como parecen, suelen aprender mucho siguiendo las conversaciones y llevan a buena práctica lo que han aprendido. Es una buena práctica identificar a las personas más activas y motivarlas agradeciendo sus publicaciones en los foros y en las reuniones presenciales para que continúen agregando contenido a la comunidad.
- Es esencial tener un ritmo constante de eventos presenciales y conversaciones virtuales, puesto que es vital que se tenga una interacción entre los miembros.
- Las herramientas a utilizar deberán ser fáciles de utilizar, tener una sola herramienta que supla todas las necesidades de la CoP, teniendo en cuenta la premisa de que menos es más. La tecnología debe permitir una fácil participación para que los miembros accedan fácilmente a los foros, wikis, debates, documentación, etc.

Herramientas de una CoP

Acorde a la revisión de la literatura realizada, en la tabla 1 se presenta la comparación de las herramientas utilizadas para implementar una CoP:

Tabla 1. Herramientas utilizadas en las CoP.

Herramienta/Artículo	Barrera, et al. (2014)	Ciro, et al. (2014)	Liberona, et al. (2013)	Sánchez, et al. (2014)	Ferracutti, et al. (2018)	Murua, et al. (2015)	Sallán (2015)	Giraldo (2015)	Hurtado (2018)	Hernández (2016)	TOTAL
Foros		X	X	X	X	X	X		X	X	8
Sitio Web Corporativo	X	X	X		X				X	X	6
Otras herramientas	X	X	X								3
Chats		X	X				X		X	X	5
E-mail	X	X			X				X		4
Reuniones presenciales/Calendario	X	X		X							3
Listas de distribución		X		X							2
Web 2.0	X										1
Telefono	X										1
Video Conferencia		X									1
Áreas de edición recursos de información (Word, PDF, html, mp3)		X									1
Videos online			X			X					2
Encuestas			X								1
Blogs		X						X			2
Wiki					X	X	X				3
Sistema de gestión de peticiones					X						1
Repositorios documentales					X	X				X	3
Tecnología de inteligencia artificial										X	1

Fuente: Realización propia acorde a la revisión de la literatura analizada

Selección de la herramienta y técnica de las comunidades de práctica a utilizar para el desarrollo del club de aprendizaje

De acuerdo a la tabla 1, de herramientas utilizadas en las CoP desarrollada en la sección anterior, se contabilizan los resultados y se eligen las primeras 8 herramientas a ser utilizadas dentro del club de aprendizaje, en la tabla 2 se visualizan las herramientas elegidas:

Tabla 2. Herramientas del club de aprendizaje

Herramienta/Artículo	TOTAL
Foros	8
Sitio Web Corporativo	6
Chats	5
E-mail	4
Otras herramientas	3
Reuniones presenciales/Calendario	3
Wiki	3
Repositorios documentales	3

Fuente: Realización propia

Diseño del club de aprendizaje incorporando técnicas y herramientas de comunidades de práctica

El diseño del club de aprendizaje está orientado a aplicarse dentro de la empresa Sophos Solutions, en la cual se plantea realizar la validación del modelo propuesto en este artículo, por lo que se utilizan las herramientas colaborativas con las que se trabaja en dicha empresa. Este club

de aprendizaje podrá aplicarse a cualquier organización que requiera tener una adecuada gestión del conocimiento.

Elementos del club de aprendizaje

Tema: El tema a elegir será la automatización de pruebas, inicialmente se eligió la herramienta java con el patrón de diseño screenplay, el cual está siendo implementado en la empresa Sophos sede Medellín. Se generaron 3 niveles dentro del club de aprendizaje y los miembros de cada comunidad deben tratar temas acordes a su nivel. Los niveles dentro del club tratarán los siguientes temas: **Nivel 1** (Lógica en algoritmos), **Nivel 2** (Lenguaje de programación orientado a objetos – Java), **Nivel 3** (Automatización de pruebas en java con patrón de diseño screenplay).

En la medida en que avanza la comunidad de práctica y los integrantes comiencen a adquirir conocimientos, los miembros podrán proponer nuevos temas referentes a la automatización de pruebas, como otros patrones de diseño y/u otros lenguajes de programación.

Miembros: Inicialmente, las personas interesadas en el tema serán los analistas de pruebas funcionales de Sophos Solutions. Pero se desea que la comunidad se haga extensiva para toda la organización.

Interacciones: Acorde a las herramientas elegidas, se realizarán Foros, reuniones presenciales, chats.

Líderes: Inicialmente será el líder de pruebas quien cree la comunidad y se elegirá a un miembro de la misma para que continúe manteniéndola. El líder de la comunidad deberá estar dispuesto a realizar las siguientes actividades:

Agendar: Alinear a las personas y organizar eventos.

Organizar: Iniciar reuniones.

Respuestas: Asegurarse que las preguntas reciben respuestas y se genera una discusión relevante.

Postear: Compartir información útil para los miembros de la comunidad.

Expandir: Atraer nuevos miembros que generen contenido.

Entusiasmo: Se requiere que todos los miembros de la comunidad se sientan motivados para participar y pasar tiempo colaborando y / o aprendiendo sobre el tema. Para ello, el ingreso a la comunidad se hará de manera voluntaria para aquellos interesados en aprender y compartir sus conocimientos.

Herramientas a utilizar: Acorde a las herramientas elegidas anteriormente, en la mayoría de artículos analizados, las empresas utilizan su sitio web y la intranet para desempeñar las comunidades de práctica, por lo que para la implementación del club de aprendizaje se utilizará la herramienta teams de office 365 que se tiene en la organización, la cual cuenta con la opción para crear grupos y se creará uno para el club de aprendizaje; se podrán agregar links los cuales redirigirán a cada nivel propuesto. Dentro de cada link se tendrá la disponibilidad de tener foros, chats, agregar archivos, crear wikis y definir el calendario para acordar las reuniones presenciales, las cuales se realizarán cada 15 días, en dicha reunión se realizarán talleres para evaluar lo

aprendido. El correo también será un medio de comunicación, teniendo en cuenta que cada actualización realizada en teams es informada al correo de los colaboradores.

Documentación de la comunidad: Además de tener un aprendizaje colaborativo por medio de la comunidad de práctica, se requiere que toda la información que allí se comparte sea almacenada para que futuros miembros del área puedan acceder a ella, para generar un auto aprendizaje con los videos tutoriales, links e información compartida en el transcurso de la comunidad. Por lo que el líder de la comunidad será el responsable de velar porque los archivos e información compartidos no queden solamente dentro de las conversaciones mantenidas en el foro sino también dentro de los links habilitados para el ingreso de archivos, video tutoriales, de ingresar las actas de las reuniones, los resultados de los talleres, generar un glosario con las palabras referentes al tema de estudio, además de que los integrantes agregarán allí los links de git referentes a los desarrollos en java que sean generados en los talleres. Esta información es importante porque es así como se mantiene la información y todos los miembros de la comunidad podrán acceder a ella en cualquier momento.

Evaluación de la comunidad: Es de gran importancia que la comunidad de práctica tenga unos objetivos, métricas y seguimiento de la misma para determinar qué tanto le está generando valor a la organización y asegurarse que la comunidad se esté manteniendo en el tiempo, para ello las métricas que controlará el líder de la comunidad y a partir de las cuales se deberá tomar un plan de acción para mejorar serán descritas a continuación:

Actividad: Se deberá tener al menos un post cada 2 semanas, el líder se deberá asegurar que los posts sean generados por diferentes miembros de la comunidad. Las preguntas que se realicen dentro del foro de la comunidad deberán ser respondidas dentro de máximo 4 días siguientes. Se tendrán 3 niveles para medir la actividad dentro del club de aprendizaje: **Verde** (2 o + posts cada mes), **Amarillo** (1 post cada mes), **Rojo** (No se tuvieron posts).

Contenido: Al menos dos posts de documentos, noticias o entradas de blogs por mes y revisar que el contenido es apropiado, actual y preciso. Este documento compartido se deberá actualizar dentro de los links disponibles para la documentación de la comunidad acorde a qué tan apropiado sea para la comunidad. Los niveles para medir el contenido dentro del club de aprendizaje son: **Verde** (2 o + posts cada mes), **Amarillo** (1 post cada mes), **Rojo** (No se tuvieron posts).

Miembros: La comunidad deberá contar con al menos 10 participantes en los primeros 3 meses. Teniendo en cuenta la cantidad de personas del área de pruebas. Claramente la comunidad se podrá extender a todas las personas de la compañía, que estén interesados en el tema. Los niveles para medir el número de miembros dentro del club de aprendizaje son: **Verde** (10 - 20 o + miembros), **Amarillo** (5 - 10 miembros), **Rojo** (5 miembros).

Eventos: Dentro de los eventos a desarrollar, se deberá contar con al menos una reunión presencial en la que se realizarán los talleres cada 15 días, con mínimo 5 participantes. Las reuniones se realizarán entre todos los miembros de la comunidad sin diferenciar los niveles, puesto que de esta manera los miembros de los niveles más avanzados podrán aportarles su conocimiento a las personas de los niveles más bajos. En el primer evento de la comunidad se definirá un modelo de plan padrino en el que las personas más avanzadas tomarán a una persona

de niveles anteriores para responderles dudas, solucionar inconvenientes, revisar casos puntuales dentro de los proyectos. Los niveles para medir el número de eventos dentro del club de aprendizaje son: **Verde** (2 reuniones en el mes), **Amarillo** (1 reunión en el mes), **Rojo** (0 reuniones en el mes).

En la tabla 3 se presenta el ejemplo de las métricas a tener dentro del club de aprendizaje:

Tabla 3. Métricas del club de aprendizaje

Tema	Nombre CoP	Actividad	Contenido	Miembros	Eventos
Automatización de pruebas	Club de Aprendizaje	Amarillo (1)	Verde (2)	Amarillo (9)	Rojo (0)

Fuente: Autor

Además de medir la salud de la CoP, el líder deberá medir los beneficios de la misma a nivel organizacional basado en los siguientes dos objetivos con los que se creará el club de aprendizaje:

- Aumentar el porcentaje de colaboradores con conocimientos en automatización de pruebas al finalizar el año 2018.
- Disminuir los tiempos de capacitación en los diferentes patrones y herramientas de automatización de pruebas, desde los analistas de la empresa hacia los analistas de pruebas que ingresen a la organización. Dado que muchas veces son los mismos compañeros quienes capacitan a las personas nuevas, con este club se busca que las personas no tengan que salir de su lugar de trabajo para capacitar a los demás, sino que se tenga un auto aprendizaje basado en las experiencias tenidas en el club de aprendizaje en el transcurso del tiempo.

La CoP será evaluada mensualmente para revisar que se esté generando un aprendizaje colaborativo y que la misma se está manteniendo en el tiempo, en caso de que no esté cumpliendo con las expectativas planteadas, se deberán implementar planes de mejora por parte del líder de la comunidad, tales como motivar a los miembros de la comunidad a continuar compartiendo, citar a las reuniones quincenales, realizar publicidad dentro de la organización en el correo corporativo de la existencia del club de aprendizaje para atraer e nuevos miembros, publicar contenido e incentivar a que los demás miembros publiquen, en el momento en el que se generen preguntas y no sean respondidas, taggear a las personas con los conocimientos para que respondan las dudas, entre otras acciones que pueda determinar el líder, le ayudarán a mejorar los ítems de salud de la CoP.

Estructura del club de aprendizaje

Colaboración: Foro – conversaciones, link de los niveles, reuniones – calendario, talleres, lecciones aprendidas, compartir información de interés.

Documentación: Wiki, archivos, glosario, actas, video tutoriales.

Evaluación de la comunidad: Métricas de la comunidad, propuestas de mejora, seguimiento de la comunidad.

En la figura 1 se presenta el prototipo del club de aprendizaje a desarrollar:

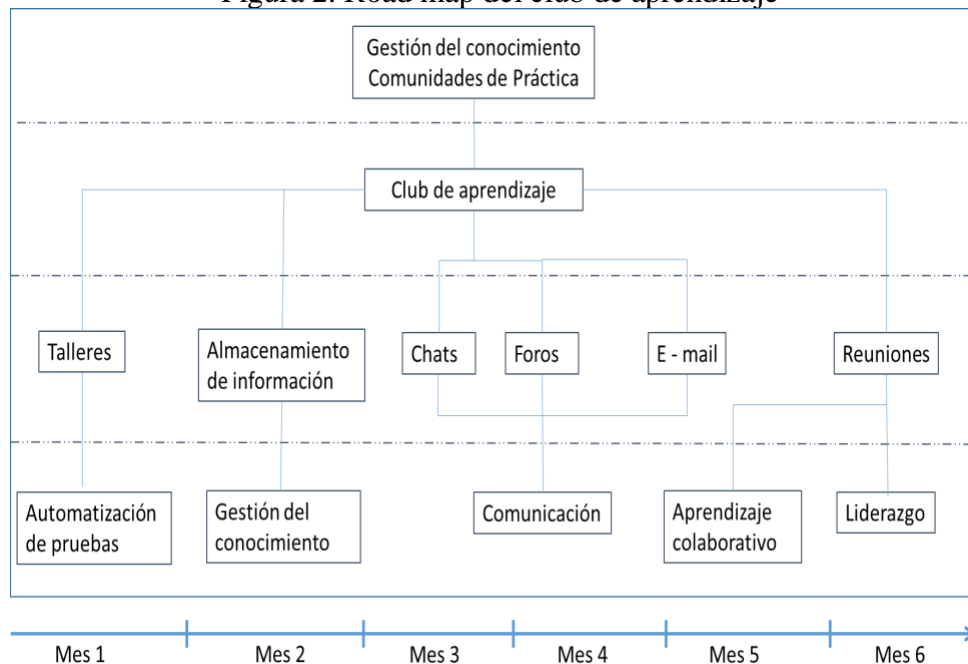
Figura 1. Prototipo club de aprendizaje



Fuente: Autor con base en los grupos existentes en Sophos Solutions

Roadmap del club de aprendizaje: A continuación, en la figura 2 se presenta el road map necesario para crear el club de aprendizaje propuesto, el cual le permitirá a la compañía integrar el factor tiempo con el desarrollo de tecnologías, conocimientos y capacidades dentro del área de certificación de la empresa:

Figura 2. Road map del club de aprendizaje



Fuente: Autor

Discusión de resultados:

Hasta la fecha la investigación se encuentra en ejecución, puesto que se está implementando el club de aprendizaje dentro de la empresa Sophos Solutions, inicialmente se están realizando capacitaciones en automatización de pruebas y se está consignando toda la información de la capacitación en la herramienta teams, garantizando el almacenamiento adecuado de la información para que cualquier persona de la compañía pueda acceder a ella. Paralelamente se implementó la comunidad de práctica en el patrón de automatización screenplay para las personas que se encuentran en un nivel más avanzado. Como resultados parciales, la comunidad ha sido muy activa realizando encuentros semanales en los que se proponen realizar talleres dentro de la sesión entre los asistentes. De igual manera se está generando una base de conocimiento de los artefactos de automatización que se han generado, agrupados por temas, para que sean reutilizadas las clases y métodos en java que se requieran.

Se ha identificado el líder de la comunidad de práctica quien es un colaborador que ha estado en pro de un aprendizaje colaborativo, se han validado los tiempos con el cliente quien ha accedido a que los colaboradores dediquen 2 horas semanales en pro de la comunidad de práctica para asistir a los talleres.

Conclusiones

El mayor activo de las organizaciones desarrolladoras de software es la capacidad intelectual con la que cuentan sus colaboradores, la mayoría de veces estos conocimientos no se quedan en la empresa en el momento en el que el colaborador decide retirarse de la misma por lo que es un reproceso para la organización que un nuevo empleado adquiera estos conocimientos; la gestión del conocimiento ayuda a las organizaciones a mitigar este riesgo disminuyendo el tiempo de transferencia de conocimiento y manteniendo la información de las actividades que son propias de cada rol.

Las comunidades de práctica permiten que dentro de las organizaciones se genere un aprendizaje colaborativo ayudando a aumentar la capacidad intelectual de las empresas y por ende agregando valor a los clientes.

La implantación de un club de aprendizaje en un tema de interés que genere valor, le permitirá a las empresas de desarrollo de software aumentar sus activos en cuanto a la generación y mantenimiento del conocimiento dentro de la organización.

Es de gran importancia que los miembros de la comunidad de práctica colaboren en ella de manera activa y que tomen las actividades de la comunidad como parte de su día a día, de esta manera se estará generando un conocimiento constante y se podrá mantener la comunidad en el tiempo.

Como trabajo futuro se propone el análisis de los resultados obtenidos con la implementación del club de aprendizaje en la empresa Sophos Solutions para validar el modelo propuesto, revisando cómo ésta estrategia mejora la manera en la que los colaboradores están adquiriendo el conocimiento de automatización de pruebas.

Agradecimientos

Quiero agradecer al profesor de la materia gestión del conocimiento Gustavo Duque Osorio por no solamente transmitirnos los conocimientos sino hacer que nos apasionáramos por el tema llevándolo a la práctica en nuestra vida y en las organizaciones en las que trabajamos.

Al Politécnico Jaime Isaza Cadavid y todos los docentes que han hecho parte del proceso de formación tanto en la maestría como en el pregrado, por brindarme las herramientas académicas e intelectuales necesarias para mi desarrollo tanto personal como profesional.

Citas

- Barrera-Corominas, A., Fernández-de-Álava, M., & Sallán, J. G. (2014). Aprendizaje colaborativo en comunidades de práctica online: La Plataforma e-Catalunya. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (47), 268.
- Bronfman, S. V. (2011). *Comunidades de práctica*. *Educar*, 47(1), 51-68. Cambridge University Press.
- Ciro Bedoya, A. M., & Vásquez Fernández, M. E. (2014). *Metodología para la construcción de comunidades de práctica* (Bachelor's thesis, Universidad de Medellín).
- Esmite, I., Farías, M., Farías, N., & Pérez, B. (2007). Automatización y gestión de las pruebas funcionales usando herramientas open source. In XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación.
- Fahey, L., & Prusak, L. (1998). The eleven deadliest sins of knowledge management. *California management review*, 40(3), 265-276.
- Ferracutti, Victor & Boeris, Claudia & Castorina, Jorge. (2018). *CaMPI: Una comunidad de práctica para el desarrollo de sistemas automatizados para bibliotecas*.
- Giraldo, D. F. B. (2015). Las Comunidades de Práctica (CP): hacia una reconfiguración hermenéutica. *franciscanum*, 57(163), 155-176.
- Henri, F., & Pudelko, B. (2003). Understanding and analysing activity and learning in virtual communities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(4), 474-487.
- Hernández, G. A. (2016). *Crear y compartir conocimiento en redes sociales empresariales: factores personales y organizacionales clave en una comunidad práctica virtual* (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
- Hurtado, M. J. R., Baños, R. V., & Martí, A. S. (2018). Una comunidad de práctica virtual para la transferencia del conocimiento entre la universidad y las organizaciones. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (10).

- Liberona de la Fuente, D., & Ruiz González, M. (2013). Análisis de la implementación de programas de gestión del conocimiento en las empresas chilenas. *Estudios Gerenciales*, 2013, vol. 29, núm. 127, p. 151-160.
- Murua Anzola, I., Gil, G., Domingo, J., & Cacheiro González, M. L. (2015). Caracterización de las cibercomunidades de aprendizaje (cCA). *RED-Revista de Educación a Distancia*, 47(4), 1-18.
- Pérez-Montoro, M. (2016). Gestión del conocimiento: orígenes y evolución. *El profesional de la información*, 25(4), 526-534.
- Rincón, R. A. (2017). Gestión del conocimiento y aprendizaje organizacional: una visión integral. *Informes Psicológicos*, 17(1), 53-70.
- Roberts, J. (2000). Knowledge systems and global advertising services. *Creativity and Innovation Management*, 9(3), 163-170.
- Sallán, J. G. (2015). Promover y gestionar el conocimiento colectivo para mejorar la cultura y la práctica de la seguridad en educación. *Cuadernos de estrategia*, (172), 59-84.
- Sánchez, M. R. F., & Berrocoso, J. V. (2014). Comunidades de práctica: un modelo de intervención desde el aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, (42), 97-105.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning and Identity*. Boston:
- Wenger, E. (2000). Communities of practice and social learning systems. *Organization*, 7(2), 225-246.
- Wenger, E., McDermott, R. A., & Snyder, W. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Harvard Business Press.

Capítulo 5: Nivel de uso de las TIC en estudiantes de bachillerato de la Universidad Autónoma de Campeche

María Alejandra Sarmiento Bojórquez,- Mayté Cadena González, Juan Fernando Casanova Rosado, Thania del Carmen Tuyub Ovalle
Universidad Autónoma de Campeche
México

Sobre los Autores:

M.C.E. María Alejandra Sarmiento Bojórquez: Licenciada en Informática egresada del Instituto Tecnológico de Campeche, con Maestría en Ciencias de la Educación del Instituto de Estudios Universitarios del Estado de Campeche. Con 24 años de experiencia en la educación en el nivel Medio Superior. Profesora investigadora de tiempo completo, adscrita a la Escuela Preparatoria “Nazario Víctor Montejo Godoy” de la Universidad Autónoma de Campeche. Tutora Grupal e Individual. Cuenta con certificado en Competencias docentes para la educación media superior (CERTIDEMS) de la Secretaría de Educación Pública y el TKT (TEACHER KNOWLEDGE TRAINING) de la University of Cambridge, así como diversos diplomados y talleres para la docencia. Ha participado en Congresos y Coloquios nacionales e Internacionales.

Correspondencia: masarmie@uacam.mx

M.E.S. Mayté Cadena González: Licenciada en arquitectura egresada del Instituto Tecnológico de Campeche, con Maestría en Educación Superior por la Universidad Autónoma de Campeche. Con 25 años de experiencia en la educación en el nivel Medio Superior. Profesora investigadora de tiempo completo, adscrita a la Escuela Preparatoria “Nazario Víctor Montejo Godoy” de la Universidad Autónoma de Campeche. Cuenta con certificado en Competencias docentes para la educación media superior (CERTIDEMS) de la Secretaría de Educación Pública, así como diversos diplomados y talleres para la docencia. Participante en Congresos y Coloquios nacionales e Internacionales.

Correspondencia: macadena@uacam.mx

M. en C. Juan Fernando Casanova Rosado: Cirujano dentista egresado de la Universidad Autónoma de Campeche, con especialidad de Ortodoncia por la Universidad Autónoma de México; con Maestría en Ciencias Odontológicas por la Universidad Autónoma de Campeche. Con 30 años de docencia en la Facultad de Odontología de Universidad Autónoma de Campeche, docente a nivel licenciatura, especialidad y maestría. Miembro del Sistema Nacional de Investigación SNI nivel II de CONACYT; con diversos artículos científicos publicados a nivel internacional; así como libros y capítulos de libros. Conferencista a nivel nacional e internacional.

Correspondencia: jfcasano@uacam.mx

M.C.E. Thania del Carmen Tuyub Ovalle: Maestra en Ciencias de la Educación por el Instituto de Estudios Universitarios, Psicóloga por la Universidad Autónoma de Campeche, Certificada en Competencias Docentes y Certificada en Estándares de Competencias para la impartición de cursos y talleres presenciales. Profesora e investigadora de Tiempo Completo y Coordinadora de Orientación Educativa, de la Escuela Preparatoria Dr. Nazario Víctor Montejo. Godoy, de la Universidad Autónoma de Campeche con 10 años de experiencia docente. Tutora Grupal e Individual. Ponente en Congresos y Coloquios Nacionales e Internacionales.

Correspondencia: thctuyub@uacam.mx

Resumen

Hoy en día en nuestro país, el uso de las TIC está extendido en todos aspectos, pero el aula también es buen lugar para aprovechar lo que nos pueden aportar y enseñar para usarlas de manera consciente y segura. Se tiene la responsabilidad de ir introduciendo las TIC que puedan favorecer el aprendizaje de los alumnos, y que aprendan a dominarlas en un mundo en el que ya forman parte de su vida, por eso es necesario incorporar estas herramientas digitales a las nuevas estrategias didácticas con la finalidad de poder ayudarlos a mejorar su rendimiento escolar.

El presente tiene por objetivo, conocer el dominio y el nivel de uso de las TIC en los estudiantes para poder establecer estrategias de aprendizaje que se apeguen a los resultados de la investigación.

Se seleccionó una población estudiantil de la Escuela Preparatoria de la Universidad Autónoma de Campeche (UAC). El trabajo es de tipo descriptivo, transversal y analítico. Se aplicó un instrumento diagnóstico que permitió determinar la familiaridad de los estudiantes con el uso de las TIC y el desarrollo de competencias digitales. Con los resultados se pretende indagar qué tan viable es desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje en nuestro hacer diario con el uso de las TIC en los estudiantes.

Palabras claves: TIC, aprendizaje, estrategia educativa

Level of use of ICT in high school students of the Autonomous University of Campeche

Abstract

Nowadays in our country, the use of ICT is widespread in all aspects, but the classroom is also a good place to take advantage of what they can contribute and teach us to use them in a conscious and safe way. It is the responsibility of introducing the ICT that can favor the learning of the students, and that they learn to master them in a world in which they are already part of their life, that is why it is necessary to incorporate these digital tools to the new teaching strategies with the purpose of being able to help them improve their school performance.

The present objective is to know the mastery and level of use of ICT in students to be able to establish learning strategies that adhere to the results of research. A student population of the Preparatory School of the Autonomous University of Campeche was selected. The work is descriptive, transversal and analytical. A diagnostic instrument was applied

to determine the familiarity of students with the use of ICT and the development of digital skills. The results are intended to investigate how viable it is to develop teaching and learning processes in our daily work with the use of ICT in students.

Keywords: ICT, learning, educational strategy

Introducción

Con el uso de las Tecnologías de información y comunicación (TIC), el ámbito educativo demanda nuevas métodos de enseñanza, así como la actualización de los recursos de aprendizaje más todo lo que usamos en clases, debemos considerar cada diferencia en el momento de plantear estrategias de enseñanza, de manera que se las tenga en cuenta, con el fin de lograr un mejor rendimiento académico de todos los estudiantes. El proceso de enseñanza en nuestro tiempo, nos ha llevado por el camino de enfocarnos hacia lo que más ayuda al estudiante a aprender, una de las propuestas de la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) es el uso de TIC, además de encontrar herramientas que potencien el aprendizaje de manera autónoma y colaborativa. La UAC es una Institución comprometida con la calidad de la educación y ante la demanda de una población cuyos jóvenes son los llamados nativos digitales, ha buscado las mejores alternativas para un proceso enseñanza-aprendizaje acorde con la nueva era digital. La UAC en su plan Institucional de Desarrollo (PIDE) 2015-2019, dentro de las políticas operativas destina la número IV, hacia el uso intensivo, actualizado permanentemente, de las tecnologías digitales. (UAC, 2015, p. 67).

Para que los alumnos puedan hacer un uso efectivo de estas herramientas y enriquecer su proceso de aprendizaje, es indispensable que tenga una orientación adecuada, por lo que, los docentes tienen gran parte de la responsabilidad; ellos pueden identificar las herramientas de las TIC que han de utilizar para apoyarse, sobre todo en el manejo adecuado de la gran cantidad de información a la que el estudiante está expuesto.

En este trabajo se pretende conocer el dominio y el nivel de uso de las TIC en el estudiante y hacer notar la forma para aprovechar los beneficios de las TIC en su formación, lo cual también dependerá de la capacidad de hacer cambios sustanciales en la cultura y estrategias de aprendizaje del docente y del estudiante, logrando en este último mejorar su rendimiento escolar. En la Universidad Autónoma de Campeche (UAC) el reto es poder guiarlos para que estas tecnologías se utilicen con fines educativos y se pueda revertir este tipo de situaciones, enseñando a nuestros alumnos a utilizar la red con estos fines, haciendo que desarrollen el pensamiento crítico y reflexivo, así como el promover el trabajo colaborativo. El docente debe aprender y lograr esto, conociendo herramientas que Internet nos ofrece y con las cuales podremos planear y realizar clases más interactivas, eficientes y motivantes, donde se logre un aprendizaje significativo basado en competencias y así nos apegamos al Marco Curricular Común de la RIEMS, desarrollando competencias digitales, favoreciendo su expresión y comunicación con pensamiento crítico y reflexivo, trabajando en forma colaborativa, aprendiendo de forma autónoma, valorándose a sí mismo, para participar con responsabilidad en la sociedad.

Pregunta de investigación. –

¿Qué tecnologías de información y comunicación usan los estudiantes de bachillerato de la Universidad Autónoma de Campeche?

Objetivo

Identificar el nivel de uso de tecnologías de información y comunicación de los estudiantes de bachillerato de la Universidad Autónoma de Campeche.

El presente trabajo es de tipo descriptivo, transversal y analítico. Una encuesta inicial diagnóstica permitió la contextualización del entorno de aplicación, para determinar la familiaridad de los estudiantes con el uso de las tecnologías de información y comunicación.

Metodología

Instrumento de recolección. -

Se elaboró un cuestionario (autoadministrable) de 25 preguntas cuya elaboración fue apoyada en un consenso de expertos. El cuestionario se aplicó en estudiantes de todos los semestres de la Escuela Preparatoria Dr. Nazario V Montejó Godoy, siendo distribuido en línea por medio de la plataforma educativa Classroom, en un formato de formularios google, dando las instrucciones correctas de llenado. Participaron 96 estudiantes de la Universidad Autónoma de Campeche del nivel medio superior.

Se analizaron los cuestionarios y se elaboró una base de datos la cual fue analizada en un programa estadístico S.P.S.S. versión 15.

Para el diseño del instrumento se tomó en cuenta las siguientes variables:

- Variables de entrada. - Datos socio académicos de los alumnos: género, edad, plantel, semestre, grado de estudios.
- Variables de proceso. – uso, dominio de las TIC y computadora.

Población y muestra

- Población: estudiantes de nivel medio superior de la Universidad Autónoma de Campeche.
- Muestra: El cálculo del tamaño de muestra se hizo para poblaciones finitas menores de 100 dando un total de 96.

Análisis de los resultados o desarrollo

El estudiante utiliza con frecuencia Internet, lo cual resulta ser una ventaja para el acceso a la información confiable que se puede incluir en su formación académica. Así mismo, Ortiz (2012) señala que las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) permiten la globalidad al mundo de la comunicación, facilitando la interconexión entre las personas e instituciones hacia todas partes del mundo, lo que conduce a eliminar las barreras espaciales y temporales hacia el conocimiento.

De acuerdo con Pastor-Alfonso y Espeso-Moliner (2015), el aprendizaje debe integrarse como respuesta a las necesidades de desarrollo de las personas, de tal manera que, las tecnologías logran convertirse en un medio para romper las fronteras del conocimiento para la creación, retención, devolución e interpretación de la información obtenida.

Domínguez y Pérez (2009) aseguran que la tecnología y la educación son el resultado del quehacer social, lo que conduce a modificar el modo de interactuar de la sociedad con su ambiente.

Ontiveros y Canay (2013) destacan que, en materia de competencia digital se vive un mosaico de contrastes, además de un sinnúmero de problemas asociados a la desigualdad en el acceso tecnológico, las instituciones más modernas permiten a casi cualquier estudiante hacer de los espacios digitales su ambiente de aprendizaje cotidiano asistan o no al espacio físico.

Las TIC en la educación de México

En países como México algunas universidades están sometidas a fuertes presiones de cobertura, debido a la demanda hace a los espacios disponibles como insuficientes; estas instituciones miran en la tecnología una oportunidad para ofrecer una formación profesional a una creciente población joven, la cual requiere atender la necesidad de tener una formación universitaria (Ontiveros y Canay, 2013). Sin embargo, la falta de planificación y conocimiento sobre el camino a emprender bajo una modalidad semipresencial o totalmente virtual, puede generar expectativas falsas en cuanto a la calidad y el cumplimiento de las competencias educativas que alcanzarán por los estudiantes al culminar sus niveles de estudio.

Por otro lado, dentro de los Estándares de Competencia en TIC (UNESCO 2008) los docentes necesitan estar preparados para empoderar a los estudiantes con las ventajas que les aportan las TIC. Escuelas y aulas -ya sean presenciales o virtuales- deben contar con docentes que posean las competencias y los recursos necesarios en materia de TIC y que puedan enseñar de manera eficaz las asignaturas exigidas, integrando al mismo tiempo en su enseñanza conceptos y habilidades de éstas.

Las TIC han sido naturalizadas en la vida cotidiana: celulares, tabletas, Skype, iPod, podcast, DVD, televisión digital, twitter, WhatsApp, mensajes de texto, iPad, apps, etc. Difícilmente se encuentre un miembro de la sociedad que no emplee en menor o mayor grado estos recursos. Entonces si el aula refleja la sociedad en que vivimos, es de esperarse que las TIC tengan un papel protagónico o al menos que existan en las clases.

De esta manera, con base en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), las instituciones académicas aún no han aprovechado el potencial de la tecnología en el salón de clases para abordar la brecha digital y preparar a los estudiantes con las habilidades que necesitan en el mundo actual, por lo que, la innovación tecnológica no debe consistir en la simple incorporación de las TIC a las actividades escolares sino en su mejor aprovechamiento (OCDE, 2015). En este sentido, uno de los beneficios de las TIC de acuerdo con Álvarez (2012) es que la educación se puede liberar del espacio, y así volverse independiente de la distancia, de este modo se pueden eliminar los límites del tiempo y los alumnos aprenderán a su propio ritmo. Esto hace

posible que se pueda concebir una flexibilidad de horarios y calendarios, que en ocasiones limitan la oportunidad de aquellos que se ven sometidos a dejar sus estudios universitarios.

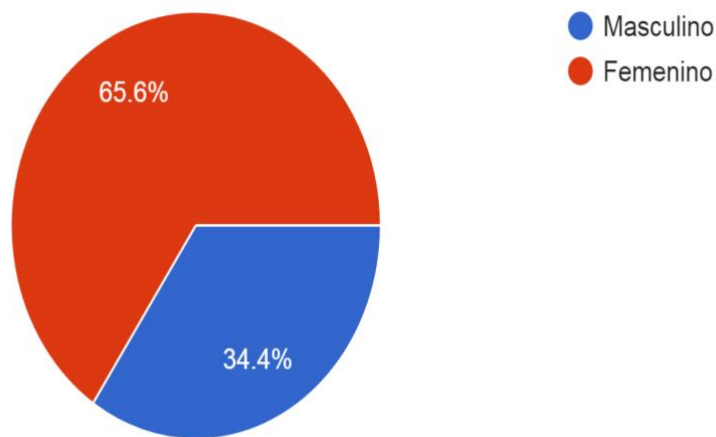
De esta manera, los elementos cruciales en la utilización adecuada de las TIC son el apoyo y la orientación que recibirán los estudiantes en cada área, así como la disponibilidad tecnológica tanto del alumno como de la universidad. De acuerdo con López (2013), las herramientas tecnológicas que más utilizan los docentes y alumnos para las actividades académicas son: correo electrónico, plataformas educativas, foros especializados, salones de charlas, web blogs, wikis, consultas de bases de datos, entre otros.

Resultados

Se realizó la encuesta a 96 estudiantes del bachillerato de la Universidad Autónoma de Campeche de la Escuela Preparatoria Dr. Nazario Victor Montejo Godoy. Del total de encuestados el 34.4%(33) son y el 65.6%(63) son mujeres, con un promedio de edad de 52.1%.(gráfico 1)

Gráfico 1 Sexo

La edad promedio con mayor porcentaje de 51.5% fue de 16 años. El estudio revela que la mayoría de los encuestados el 84.4%(81) tienen acceso a algún equipo de cómputo. El 89.6%(86) de los estudiantes han escuchado que son la TIC y sus usos. De las TIC más usadas en su tiempo libre se observó que las tabletas y móviles son el 56.8%(54), 20%(19) de los encuestados prefieren laptops y pc, por último, la televisión y video son usados por 16.8%(16) de los estudiantes. (gráfico 2)



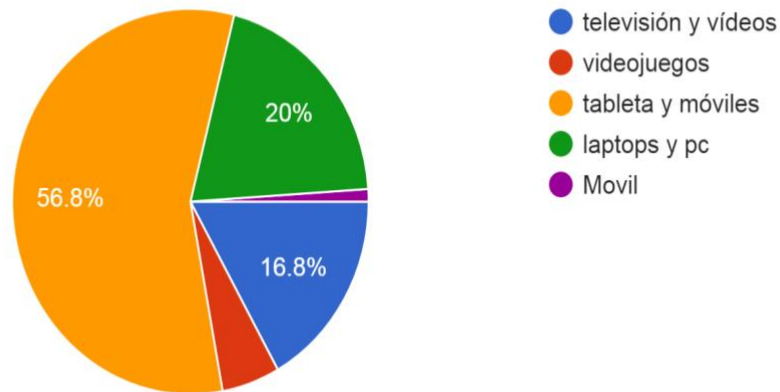


Gráfico 2

Es importante resaltar que el tiempo que dedican con mayor porcentaje es de 3 a 5 horas con 38.5%, el 33.3% de 1 a 2 horas y el 25% (24) más de 5 horas y sólo 2.1% (2) menos de 1 hora. (gráfico 3)

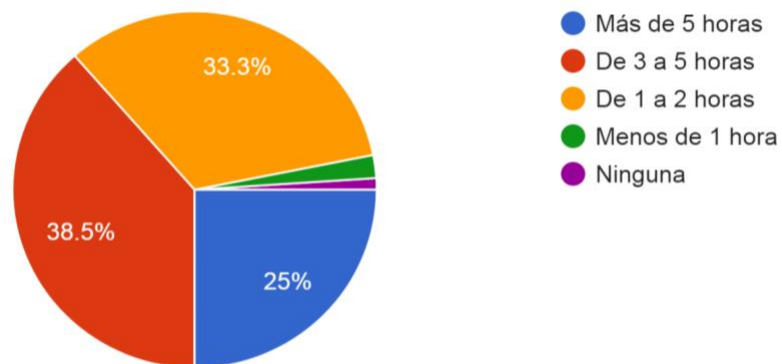


Gráfico 3

El 91.7%(88) consideran que las TIC son importantes para su educación, donde el 7.3%(7) le es indiferente.

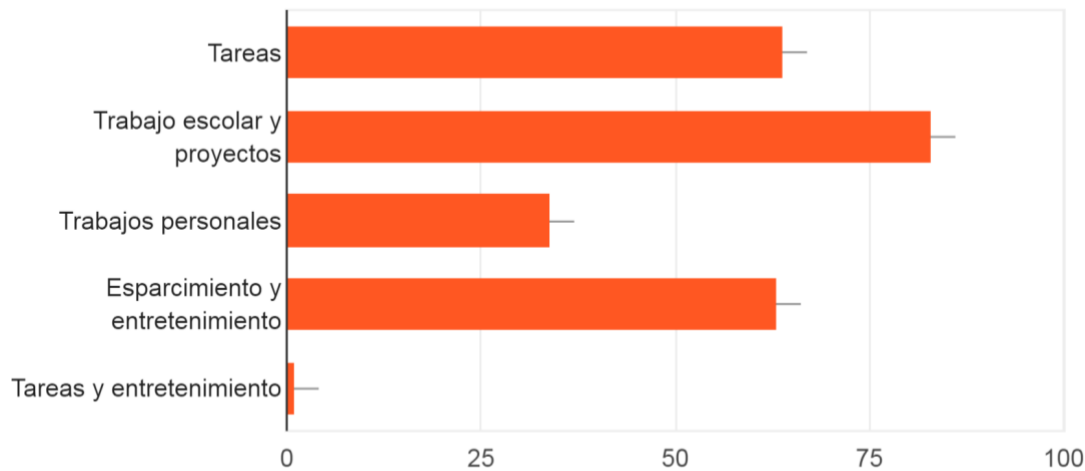


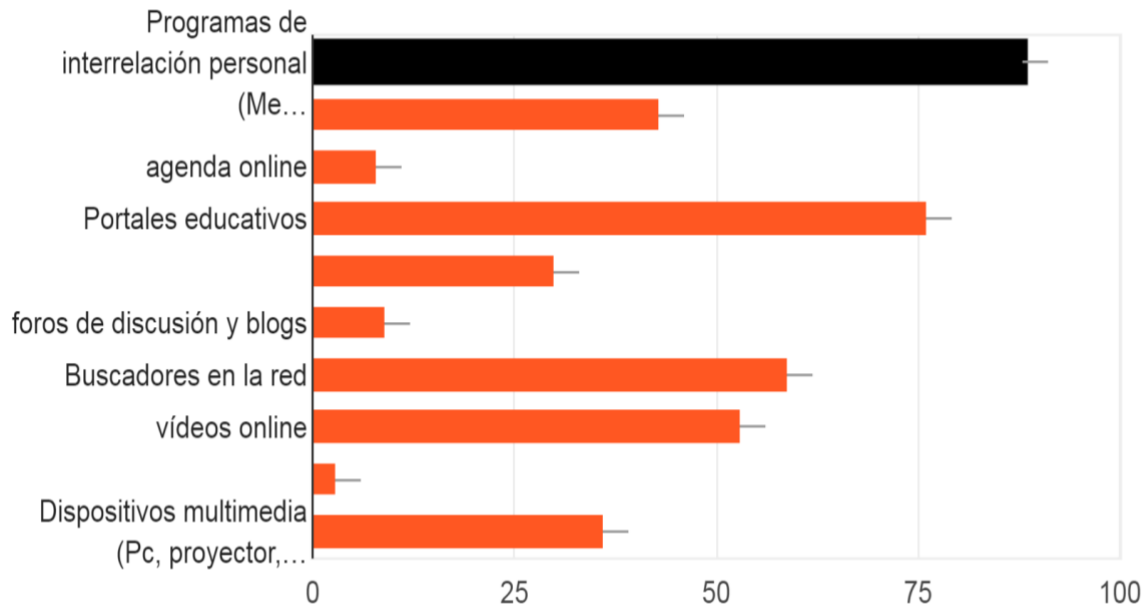
Gráfico 4

Cuando se le pide seleccionar los tipos de trabajo que realizas con el uso de las TIC, se observa que el trabajo escolar con 86.5% (83) siendo la mayoría en este rubro, el siguiente es tareas con el 66.7%(64), después el esparcimiento y entretenimiento con 35.4% (34).(gráfico 4). La mayoría de los encuestados observó que se usan las TIC para comunicarse con otros con un 95.8% (92), y un dato muy importante es que el 99% opina que el uso de la computadora les ayuda para sus estudios. Las Tic que utilizan con mayor frecuencia son de interrelación personal con 91.7%(88), con 79.2%(76) usan los portales educativos, luego con 61.5%(59) buscadores en la red, el uso de videos online se observa con 55.2%(53), el uso de grupos de trabajo con 44.8%(43), también con 37.5%(36) usan dispositivos multimedia, después 31.3%(30) usan programas de

edición de imagen y video, el uso de foros de discusión y blogs se reporta con un 9.4%(9) y el uso menos frecuente con 3.1%(3) son los editores para hacer páginas web. (gráfico 5)

Gráfico 5

El 53.7%, 51 de los estudiantes casi siempre se animan ante el reto de utilizar las TIC, el 43.2 (41) reporta que a veces y solo el 3.2(3) muy pocas veces.



El 49.5%(47) casi siempre les gusta experimentar con las TIC, el 38.9%(37) experimenta a veces, el 9.5%(9) experimenta muy pocas veces y solo el 2.1%(2) nunca experimentan.

El 46.3%(44) de los estudiantes a veces procuran estar a la vanguardia de las TIC, el 31.6%(30) casi siempre, el 18.9%(18) muy poca veces y solo el 3.2%(3) nunca procuran.

De las tecnologías que les gustaría aprender con la opción de seleccionar más de una, con 47.4%(45) están las redes sociales, con 44.2% (42) les gustaría aprender el blog de aportaciones e ideas, con 38.9%(37) les gustaría aprender el uso de plataformas educativas, el 36.8%(35) el uso de videos online con fines educativos, con 26.3%(25) son dos rubros por aprender los foros de discusión y creación de calendarios de actividades, al 17.9%(17) les gustaría aprender la creación de grupos de trabajo y por último al 9.5%(9) otro sin especificar. (gráfico 6)

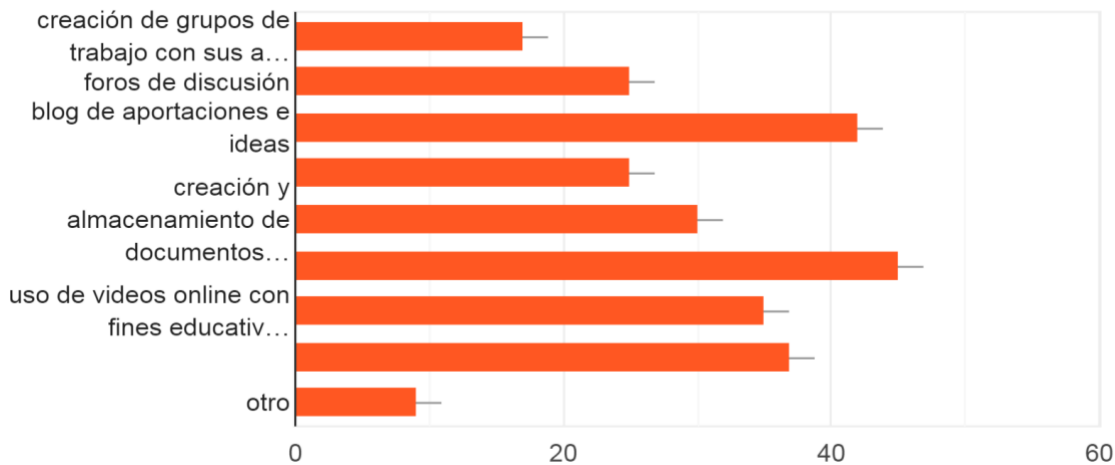


Gráfico 6

Cuando preguntamos si consideras que las TIC me perjudican más que me ayudan en mi formación académica se observó que el 57.9% (55) observó que a veces lo consideran, el 29.5% (28) no consideran que les perjudique, al 7.4% (7) es indiferente y solo el 5.3% (5) consideran que si les perjudican. (gráfico 7)

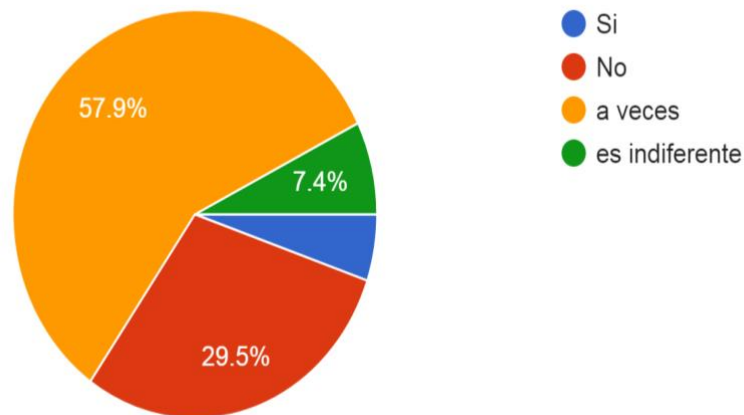


Gráfico 7

Un dato importante es la frecuencia con que utilizan internet para diversión, tareas y envío de mensajes, el 58.5% (55) de ellos es diario, el 34% (32) lo usan diario más de una vez, el 5.3% (5) semanal y el 2.1% (2) reportan cada tercer día. (gráfico 8)

Por último, se preguntó sobre la frecuencia de uso de herramientas específicas como Facebook, biblioteca virtual, twitter, inbox face, skype o facetime, el 50% (47) lo usan diario, el 36.2% (34) lo usan diario más de una vez, el 5.3% (5) lo usan semanal y cada tercer día, y solo el 3.2% (3) lo usa quincenal o no lo usa. (gráfico 9)

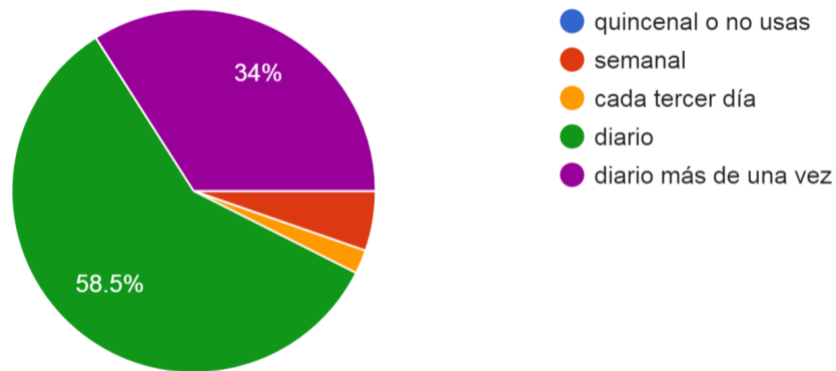


Gráfico 8

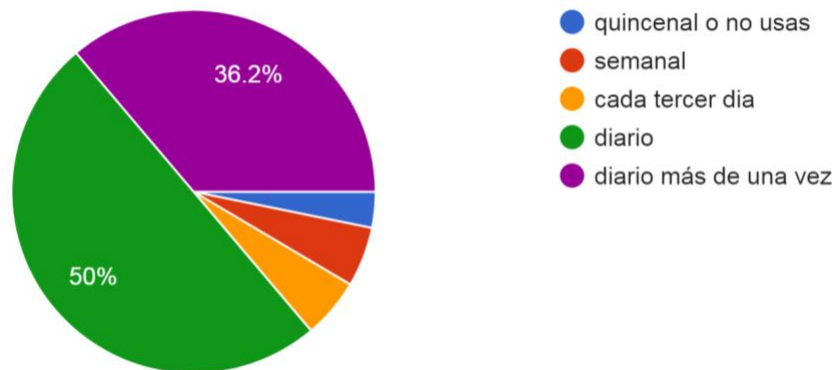


Gráfico 9

Con estos resultados, se confirma que es amplio el uso de las TIC en el estudiante de hoy, con una frecuencia de uso mayor de lo pensado, pero que como docentes debemos aprovechar y analizar todas sus aplicaciones, esto nos da pauta a planear mejores programas de estudio así como estrategias en clase, incluyendo las tecnologías que más usan nuestros estudiantes.

Discusión de resultados

Y aquí se agrega una nueva gran tarea docente, un nuevo desafío: es el docente el que tiene que aprender a usar más tecnologías y tiene que enriquecer Internet para encontrar allí los elementos educativos interesantes para trabajar desde el aula y realizar actividades que puedan ser resueltas por los educandos como pueden ser:

- ampliar con material de dominio público la gran biblioteca que es Internet
- publicar artículos de su autoría sobre temas de su inquietud,
- crear actividades innovadoras que enriquezcan a su vez a otros docentes,
- proyectar actividades conjuntas con sus alumnos para llevar a cabo en el aula
- realizar actividades interescolares de envío epistolar o de intercambios
- intervenir u organizar foros de opinión.

El estudio de Pantoja Rodríguez (2012), plantea que los recursos de la Web 2.0 (TIC) permiten proyectar la información de una forma más amena de una comunidad educativa, promoviendo así la difusión del conocimiento y la interacción de los miembros de las instituciones, coincidimos en que la mayoría de los docentes de ambas instituciones tienen un dominio básico-medio en cuanto al manejo de los recursos informáticos, sin embargo, su conocimiento es escaso en la aplicación durante el proceso educativo.

También coincidimos con el estudio de Díaz de Cossío Priego (2017) donde en sus resultados plantean que existe un gran reto que se presenta en educación en la inserción curricular de las diversas tecnologías y medios que van apareciendo. Y donde afirma que el profesor debe aprovechar las diversas modalidades de uso que se desprenden de estas tecnologías en cuanto a su aplicación e interacción desde lo instrumental y lo social.

Conclusiones

De este modo, con base en los resultados, podemos resaltar los datos más importantes en esta investigación, un ejemplo es que los estudiantes tienden utilizar las TIC para realizar trabajo escolar y proyectos en primer lugar, en segundo lugar las usa para realizar tareas, después para el esparcimiento y entretenimiento desplazando su uso como medio de diversión. En este sentido, las TIC en los medios electrónicos representan una solución para los problemas de la vida diaria, sin embargo, existe aún un porcentaje que sigue viendo a estas tecnologías como medio de distracción, pero se debe reforzar el trabajo de formación para que el estudiante no desaproveche las ventajas que las TIC representan para su desarrollo académico.

Los estudiantes revelaron que usan más las TIC para comunicarse y tener una interrelación personal con el mayor porcentaje, sin embargo en segundo lugar se observó el uso de los portales educativos, más que los buscadores en la red, esto se debe retomar como educadores para aprovechar que están acostumbrados al uso de estas plataformas, siendo esto un reto más para el docente y su capacitación, así como lograr los objetivos de aprendizaje con el uso más óptimo de las tecnologías, sean pocas o muchas pero eficaces.

Por otro lado la mitad de los estudiantes encuestados (55.2%) usan los videos online, se observó que indican usar esta herramienta multimedia con frecuencia como apoyo a sus tareas escolares, cabe señalar que esta tecnología bien aplicada permite transmitir el conocimiento de manera más dinámica, lo cual puede resultar crucial al momento del aprendizaje, lo que puede conducir a la transformación de estudiantes más activos.

El uso de grupos de trabajo, el uso de foros de discusión y blogs así como los editores para hacer páginas web son los que observaron menos porcentaje se considera que por falta de conocimiento de uso y práctica, siendo las tres herramientas fuertes para el aprendizaje, por lo que

se pretende planear estrategias de aprendizaje e incluirlas más en el aula y así poder motivar su uso y práctica.

Confirmamos con la encuesta que poco a poco los estudiantes están adquiriendo hábitos de estudio mediante el uso de las TIC, como el tomar apuntes, participación en chat, foros, wikis, con este escenario los docentes deben de utilizar más estas herramientas para interactuar con sus alumnos, acortar y personalizar la relación alumno- docente logrando un mejor aprovechamiento y aprendizaje significativo, estando a la vanguardia y aplicando el mismo canal de aprendizaje que ellos.

Lo esencial para todo docente es formar individuos que sepan tener, sepan conocer, sepan hacer, sepan vivir, sepan convivir y sepan ser, formar individuos integrales que sepan usar las TIC tanto para su vida personal como académica.

Referencias

- Álvarez, G. (2012). Las nuevas tecnologías en el contexto universitario: sobre el uso de blogs para desarrollar las habilidades de lectoescritura de los estudiantes. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 9(2), 3-17. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78023425002> , [10 de junio de 2016].
- AMIPCI (2015). Asociación Mexicana de Internet. Hábitos de los usuarios de Internet en México en 2015. Disponible en https://amipci.org.mx/images/AMIPCI_HABITOS_DEL_INTERNAUTA_MEXICANO_2015.pdf , [5 de junio de 2016].
- ANUIES (2007). Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. Se transforma el sistema educativo con la incorporación de nuevas tecnologías. Disponible en <http://www.anuies.mx/noticias/se-transforma-el-sistemaeducativo-con-la-incorporacion-de-nuevas> , [5 de mayo de 2016].
- Díaz de Cossío, P. & Negrete, V.(2017). Experiencias en el desarrollo de competencias digitales para la gestión del conocimiento en un equipo multidisciplinario de Nivel Superior. *Las competencias y la gestión del conocimiento* (pp. 127-146). Recuperado en línea:https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=D%C3%ADaz+de+Coss%C3%ADo+Priego+%282017%29&oq=D%C3%ADaz+de+C
- Domínguez, D. & Pérez, M. (2009). Internet y el hábito de la lectura en los universitarios. *Innovación Educativa*, 9(49), 11-17. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179414968003> , [22 de abril de 2016].
- Herrera, M. Á. (2009). Disponibilidad, uso y apropiación de las tecnologías por estudiantes universitarios en México: perspectivas para una incorporación innovadora. *Revista Iberoamericana de Educación*, 48(6), 1-9. Disponible en <http://rieoei.org/2630.htm>, [13 de mayo de 2016].

- López, M. C. (2013). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el docente universitario. *Perspectiva Educacional*, 52(2), 4-34. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333328170002>, [11 de junio de 2016].
- OECD (2015). Estudios económicos de la OCDE MÉXICO - OECD. Recuperado el noviembre 13, 2018, de <http://www.oecd.org/economy/surveys/Mexico-Overview-2015%20Spanish.pdf>
- Ontiveros, M. y Canay, J. R. (2013). Educación y tecnología en México y América Latina. *Perspectivas y retos. RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 10(2), 163-169. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78028681012> , [28 de mayo de 2016].
- Ortiz, P. L. (2012). Las TICS como una herramienta mercadológica y de apoyo para las Pymes. Xalapa: Universidad Veracruzana. Disponible en <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/32123/1/ortizortizpedro.pdf>, [15 de junio de 2016].
- Pantoja, R. & Yandun, M. (2012). Diseño e implementación de un curso virtual de herramientas Web 2.0 con los docentes de las Instituciones Educativas del municipio de Pasto que participan en el proyecto sistema Tecnológico. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/85570.pdf>
- Pastor-Alfonso, M. y Espeso-Moliner, P. (2015). Capacitación turística en comunidades indígenas. Un caso de Investigación Acción Participativa (IAP). *El Periplo Sustentable* (29), 171-208. Disponible en http://rperiplo.uaemex.mx/index.php/elperiplo/article/view/3535/pdf_5, [10 de julio de 2016].
- Prieto Hernández, A.(2009). Educación y Tecnologías de la información y comunicación. Paquete didáctico. Selección de textos para ser utilizados con fines didácticos, Universidad Pedagógica Nacional. México.
- SEGOB (2013). Secretaria de Gobierno. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Disponible en <http://pnd.gob.mx/>, [10 de marzo de 2017].
- UNESCOa (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Educación de la Ciencia y la Cultura. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación. Disponible en <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/>, [10 de marzo de 2017].
- UNESCOb (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Educación de la Ciencia y la Cultura. Disponibilidad de información para el cálculo de los indicadores OSD 4-Educación 2030. Disponible en <http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/ip30-sdg4-methodology-lacsp.pdf?platform=hootsuite>, [12 de marzo de 2017].
- UNESCOc(2008), Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica: Una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/S>

antiago/pdf/Competencias-estandares-TIC.pdf Universidad Autónoma de Campeche.
(2015). Micrositio de la Dirección de Planeación y Calidad. Obtenido de <http://pla.uacam.mx/>
Yanes, J. (2007). Las TIC y la Crisis de la Educación. CHILE: Biblioteca Digital Virtual
Educa. Disponible en <http://www.etnassoft.com/biblioteca/las-tic-y-la-crisis-de-laeducacion/>, [18 de julio de 2016].

Capítulo 6: Directrices para el diseño de juegos serios accesibles

Daniela Pérez Oliveros, María Isabel Vidal, Gabriel Elías Chanchí
Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca
Colombia

Sobre los autores

Daniela Pérez Oliveros: es Ingenieria informática de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca, Dentro de sus áreas de interés de encuentran la usabilidad y accesibilidad de los sistemas, juegos serios además de la investigación actualmente se desempeña como joven investigador de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca perteneciente al grupo de investigación I+D de la misma Universidad

Correspondencia: danielaperez@unimayor.edu.co

María Isabel Vidal: es Ingeniera de Sistemas de la Fundación Universitaria de Popayán, Especialista en Telemática de la Universidad Autónoma de Occidente y Magister en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Occidente. Actualmente se desempeña como profesora de la Facultad de Ingeniería de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca y líder del Grupo I+D en Informática de la misma Universidad. Dentro de sus áreas de interés se encuentran: Juegos serios y Computación afectiva.

Correspondencia: mvidal@unimayor.edu.co

Gabriel Elías Chanchí: es Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, Magister en Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca y Doctor en Ingeniería Telemática de la Universidad del Cauca. Actualmente se desempeña como profesor auxiliar de la Facultad de Ingeniería de la Institución Universitaria Colegio Mayor del Cauca. Dentro de sus áreas de interés de encuentran: Interacción Humano Computador, Usabilidad y accesibilidad en aplicaciones interactivas e Internet de las Cosas. Dentro de sus áreas de interés se encuentran: Juegos serios y Computación afectiva.

Correspondencia: gchanchi@unimayor.edu.co

Resumen

En la actualidad una de las temáticas que en los últimos años ha sido ampliamente difundida en diferentes áreas de la ingeniería son los juegos serios los cuales se destacan el contexto educativo donde se han demostrado ser más eficaces que los métodos de enseñanza tradicionales en cuanto a la formación de las habilidades cognitivas. Los juegos serios son video juegos que no solamente están destinados a ser jugados para el entretenimiento, si no también brindar un componente adicional y es que el jugador tenga un tipo de conocimiento nuevo o se enfrente a experiencia que en el mundo real con dificultad se presente. Es importante mencionar que en el contexto colombiano existe una norma NTC 5854 y a pesar de que existen algunas pautas de accesibilidad en el entorno de la web no se ha evidenciado la existencia de pautas o directrices

puntuales para el diseño y construcción de juegos serios. Es así como en este artículo se propone un conjunto de directrices para la accesibilidad en juegos serios. Las cuales pretenden ser la guía para un diseño accesible para la construcción de juegos serios accesibles.

Palabras Claves: Accesibilidad, diseño accesible, diseño de juegos serios, Juegos serios, inclusión, norma NTC 5854.

Guidelines for designing of accessible serious games

Abstract

At present one of the topics in recent years has been widely spread in different areas of engineering are serious games which include the educational context where they have been shown to be more effective than traditional teaching methods in terms of the formation of cognitive skills. Serious games are video games that are not only designed to be played for entertainment, if not also to provide an additional component and is the player to have a kind of new knowledge or opposite to the experience in the real world with difficulty. It is important to mention that in the colombian context there is a standard NTC 5854 and despite the fact that there are some accessibility guidelines in the web environment has not shown the existence of guidelines or guidelines specific to the design and construction of serious games. Is as well as in this article we propose a set of guidelines for accessibility in serious games. Which are intended to be the guide to accessible design for the construction of serious games accessible.

Keywords: Accessibility, accessible design, design of serious games, serious Games, e-inclusion, standard NTC 5854.

Introducción

La promoción e implementación de la política de acceso a la información en Colombia está a cargo de la secretaria de Transparencia de la Presidencia de la Republica, el Ministerio de las TIC, entre otras empresas gubernamentales, debido a esto se obliga a las entidades a garantizar que las personas en condición de diversidad funcional y los diferentes grupos étnicos y culturales accedan a información de interés. Así, se busca que el estado entregue a los colombianos la información pública que soliciten, de tal manera que tanto las entidades públicas y privadas además de responder a la solicitud expresa de información de los ciudadanos, también estén en la obligación de divulgarla proactivamente, respondiendo al requerimiento de forma proactiva, actualizada, accesible y comprensible (Colombia Digital, 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, en la actualidad la mayoría del contenido de las aplicaciones web disponibles en internet como los videojuegos, presentan una gran barrera en el campo de la accesibilidad lo que cada vez más dificulta e imposibilita el acceso y la utilización de la misma por parte de los usuarios que presentan algún tipo de diversidad funcional o limitación de acceso. En este orden de ideas entre más software y aplicaciones web sean accesibles más personas podrán hacer uso de las mismas y así contribuyendo a la reducción de las brechas tecnológicas.

Debido a esto el objetivo de este artículo es presentar el aporte para minimizar esta brecha de accesibilidad en contenidos en la web con la generación de las directrices de accesibilidad para

juegos serios. Los juegos serios por ser video juegos que no solamente no están destinados a ser jugados como entretenimiento, si no también brindar un componente adicional y es que jugador tenga un tipo de conocimiento nuevo o información se enfrente a experiencia que en el mundo real con dificultad se presente por ello se llevó a cabo una revisión bibliográfica de las evaluaciones heurísticas existente de juegos serios en el marco de accesibilidad, teniendo como criterio la clasificación según los principios de la norma NTC 5854, evidenciando así la poca información que se maneja acerca de la accesibilidad en los juegos serios.

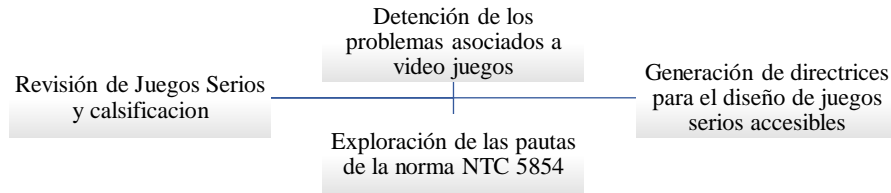
Existe evidencia que los juegos serios son más eficaces que los métodos de enseñanza tradicionales en cuanto a la formación de las habilidades cognitivas y la obtención de información, son prometedores en el desarrollo de habilidades motoras y permiten mejorar el potencial del usuario, debido a esto los juegos serios están en apogeo para la enseñanza educativa por lo cual estos deben ser lo más accesibles en diseño y funcionalidad.

A partir de lo anterior, este trabajo tiene como alcance la investigación de la accesibilidad, uno de los restos en los juegos serios, es evaluar su aspecto funcionales desde la perspectiva de la accesibilidad, dado que solo se han evidenciado estudios que se han centrado en la usabilidad de los videojuegos y de los juegos serios (COCEMFE, 2011). En este orden de ideas se considera relevante la definición de un conjunto de directrices desde la perspectiva de la accesibilidad para los juegos serios y de manera específica la creación de un instrumento para la ejecución del desarrollo y la implantación de la accesibilidad en juegos. El resto del artículo se presenta de la siguiente forma en la sección 2 la metodología propuesta para las directrices, en la sección 3 se presenta la norma técnica colombiana NTC 5854, en la sección 4 se da a conocer el marco teórico sobre la clasificación de los juegos serios en la sección 5 se muestran las pautas para el diseño de juegos serios accesibles subdividido en los principios presenta de la norma NTC 5854 y por último en la sección 6 se da a conocer las conclusiones.

Metodología propuesta

En esta sección se presentan las diferentes fases de la metodología empleada para las directrices de diseño accesibilidad en juegos serios. Dentro de esta se destacan cuatro fases a saber: revisión de los juegos serios y su clasificación necesaria, detección de problemas asociados a los videojuegos, la exploración de las pautas de la norma NTC 5854 y finalmente la generación de las directrices para el diseño de juegos serios accesibles.

Fig 1. Metodología desarrollada para la generación de recomendaciones



Fase 1. Revisión de Juegos serios: En esta fase se realizó un estudio detallado de la clasificación de los videojuegos y conocer el alcance, origen y el objetivo de los juegos serios,

Fase2: Detención de problemas generales de los video juegos: En esta fase se exploraron un conjunto de problemas funcionales asociados a los videojuegos, teniendo en cuenta el listado de problemas obtenidos del portal Gamespot y presentados en el artículo de investigación (David Pinelle; Nelson Wong; Tedeusz Stach, 2008) a manera de complemento a los problemas una vez encontrados se realiza el caso de estudio para la obtención de nuevos problemas según nuestra percepción.

Fase 3. Exploración de las pautas de la norma NTC 5854: De manera paralela a la fase 2, se identificaron y adaptaron un conjunto de pautas de accesibilidad basadas en los principios de la norma NTC 5854 perceptible, comprensible, operable y robusto con el fin que pueden ser adecuadas a las aplicaciones interactivas en general.

Fase 4. Generación de recomendaciones de accesibilidad y diseño para juegos serios: En esta fase se integran los problemas de accesibilidad obtenidos a partir de la fase 2 con un conjunto de posibles problemas que incumplen las pautas presentadas en la fase 3. Del listado completo de problemas se generan las diferentes recomendaciones para los juegos serios.

Marco conceptual

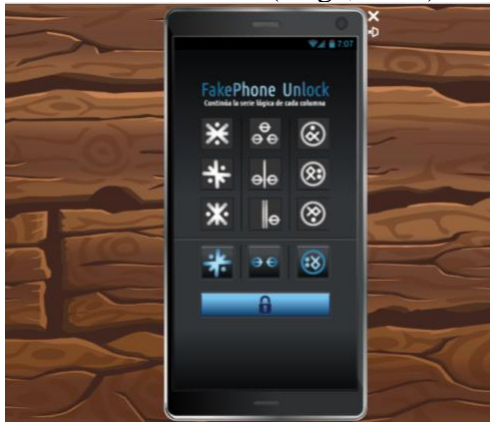
Es importante dar a conocer que los juegos serios por ser video juegos que no solamente no están destinados a ser jugados como entretenimiento, si no también brindar un componente adicional y es que jugador tenga un tipo de conocimiento nuevo o se enfrente a experiencia que en el mundo real con dificultad se presente, debido a esto es de vital importancia mencionar la clasificación que presentan de estos juegos serios:

News Games: En este caso, el juego pretende transmitir información de actualidad. Dado el corto plazo de tiempo para su desarrollo, suelen ser juegos muy sencillos, que se presentan como complemento a la información provista por otros medios como, por ejemplo, un diario digital. La diferencia con una infografía interactiva estriba en las mecánicas de juego empleadas. (Jorge, 2015)



Img 1. Madrid, un newgame sobre los atentados del 11m (newsgaming.com)

Edu Games: El objetivo final de este tipo de juegos es transmitir conocimiento o desarrollar valores personales. También conocidos como videojuegos educativos, se trata de una herramienta de gran eficacia para transmitir información compleja y mejorar la predisposición ante el aprendizaje. Este sistema de difusión del conocimiento puede adoptar múltiples formas, pero no debe confundirse con la gamificación educativa. Esta otra técnica consiste en la utilización de herramientas propias de juego (como, por ejemplo, un sistema de colección de ítems, o la adjudicación de puntuaciones en función de logros), y utilizarlas dentro de mecánicas que le son ajenas, como podría ser un concurso de matemáticas. (Jorge, 2015)



Img 2. Walikale, un juego educativo sobre el consumo responsable

Adver Game: El objetivo de este tipo de juegos es transmitir un mensaje publicitario. Normalmente las mecánicas y la historia tratan de reflejar los valores de la marca en cuestión, dando un especial protagonismo al producto o gama de productos que se trata de vender.

No se debe confundir este tipo de serious game con el in game advertising, consistente en la introducción de anuncios o marcas comerciales dentro de un juego lúdico. En este caso, la presencia de la marca es meramente puntual, sin influir en la mecánica o historia del juego. (Jorge, 2015)



Img 3. Video juego promocional de MacDonal'd's (Molleindustria, 2006)

Exer Game: Es un juego destinado a desarrollar determinadas habilidades, ya sean físicas o intelectuales. Un ejemplo del primer caso sería la plataforma Wii Fit, en la que mediante sencillos ejercicios se busca mejorar el estado físico de las personas. Por otro lado, los simuladores de corte realista son un ejemplo de juegos con el objetivo de desarrollar habilidades intelectuales, ya sea conducir un avión o realizar el mantenimiento de un transbordador espacial. (Jorge, 2015) (Gros, 2009)



Img 4. Wii fit, un sistema de juego para mantener en forma (Nintendo, 2008)

Art Game: Es un tipo de serious game que busca la expresión artística por encima del aspecto puramente lúdico. Aunque la frontera entre estos juegos y los indie games puede ser en ocasiones difusa, el rasgo que caracteriza a los art games es la experimentación más allá de los límites impuestos por el mercado, generando un público y un mercado propios al margen de los videojuegos. (Jorge, 2015)



Img 5. Video juego Cartoo , los artgame suelen presentar una estética rompedora (Jorge, 2015)

Ya conociendo la clasificación que presentan los juegos serios nos marcamos en la jugabilidad de los juegos serios en la educación o también conocidos como los Edugames los cuales su principal objetivo es transmitir conocimiento o desarrollar valore.

Norma tecnica Colombiana NTC 5854

La norma NTC 5854 es una norma para la accesibilidad web cuyo objetivo es pro-mover el contenido de la web sea accesible. Esta norma fue desarrollada a partir de las pautas de accesibilidad para Contenido web (WCAG) 2.0 propuesta por W3C (ver figura.2) y contempla cuatro principios a saber: Perceptible, Operable, Comprensible, Robusto. Esta norma busca promover que el contenido de la web sea accesible a personas con distintas diversidades funcionales, permitiendo que estas pueden percibir, entender, navegar, interactuar y contribuir con los sitios web. No obstante, es importante destacar que la accesibilidad beneficia a todos los tipos de usuarios que visiten el sitio web, ya que hace que los contenidos se presenten y adecuen a sus limitaciones o diversidades funcionales. (COCEMFE, 2011)

Aunque el concepto de usabilidad no está directamente relacionado con la accesibilidad, cumplir con los estándares para crear un sitio web accesible implica mejoras en la experiencia que tienen los usuarios en general, partiendo de cuatros principios dentro de la misma que son Perceptible: la información y todos los componentes de la interfaz de usuario deben presentarse a los usuarios, de modo que ellos puedan percibirlos. Operable: Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables. Comprensible: La información y el manejo de la interfaz de usuario deben ser comprensible. Robusto: el contenido debe ser suficientemente robusto como para ser interpretado de forma fiable para una amplia variedad de aplicaciones de usuario, incluyendo la ayuda técnica (Katerin Jimenez, Daniela Perez, Sebastian Rengifo, Gabriel E. Chanchi, Maria I. Vidal, 2017)

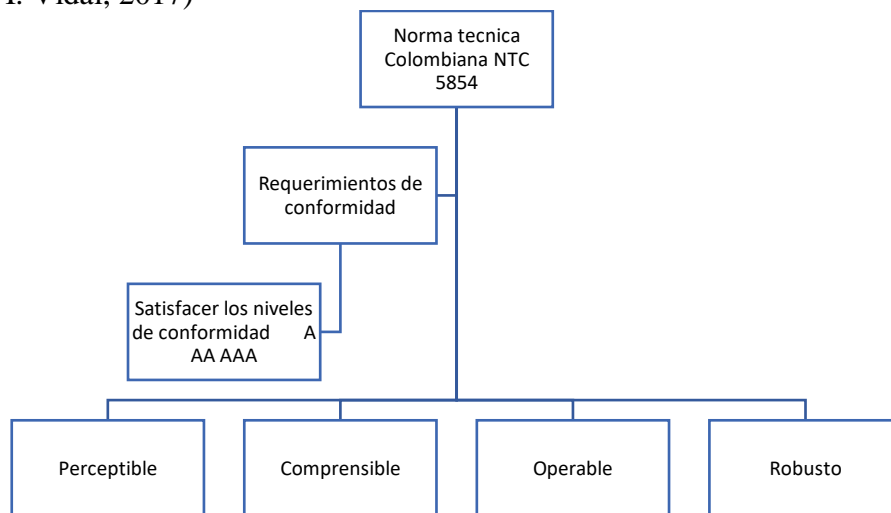


Fig. 2. Representación de los principios de la norma NTC 5854

Anteriormente se presenta como está estructurada la norma NTC 5854 donde se muestra los requerimientos de conformidad subdivido en tres niveles de satisfacción A, AA, AAA también se hace referencia a los cuatros principios de accesibilidad que se describen a continuación:

Perceptible

En este principio recoge un conjunto de pautas asociadas a la percepción de los contenidos por parte del usuario, su fácil interpretación y entendimiento del mismo.

Operable

Este principio nos da a conocer las pautas necesarias para que los componentes de la interfaz y la navegación sean sea fluida y de fácil manejo.

Comprensible

En este principio se tienen pautas con respecto a la importación dentro del aplicativo que sea legible, que no se ambiguo y su contenido ordenado y secuencial.

Robusto

Se presenta pautas con respecto al contenido debe ser suficientemente robusto como para ser interpretado de forma fiable por una amplia variedad de aplicaciones de usuario, incluyendo las ayudas técnicas. (Colombiana, 2011)

Problemas identificados

El desarrollo de un juego de gran presupuesto es un trabajo de años y decenas de trabajadores (diseñadores, programadores...). En los juegos de mundo abierto, conocidos como «sandbox», los testadores, los profesionales que prueban cada rincón del juego, tienen el problema añadido de que su tarea es más laboriosa puesto que el acontecer no es lineal, sino que depende del camino emprendido. Es decir, un error puede ocurrir o no en función de muchas variables, como el punto de vista de cámara, el número de personajes en pantalla o la rapidez en ejecución de un movimiento.

Un juego de acción en tercera persona, con elementos de sigilo, de mundo abierto, con completa libertad de movimiento, incluso en un gran número de interiores. Una obra vasta ambientada en la Francia de la Revolución Francesa, pero desvirtuada por la crítica a una calificación de notable bajo debido a los errores gráficos y la repetición de mecánicas ya conocidas. (ABC videojuegos, 2014)

Los errores más habituales en los juegos y sus causas, también conocidos como «bugs» (errores que afectan al desarrollo del juego) o «glitches» (menos graves, cuando no impiden jugar con normalidad o incluso aportan alguna ventaja competitiva involuntaria):

Popping: aparición repentina de objetos en la pantalla en lugar de surgir progresivamente. En programación siempre se procura ahorrar memoria y, por tanto, solo se muestran aquellos objetos que se ven en pantalla. El problema ocurre cuando no se muestran objetos poco a poco sino de golpe porque no hay memoria libre suficiente para hacerlo correctamente. El número masivo de personajes aumenta la posibilidad de hacer patente este fallo, también habitual en los juegos de carreras de coches, donde la velocidad puede jugar malas pasadas en el horizonte.

Clipping: un cuerpo sólido atraviesa otro como si fuera un espectro. Ocurre cuando no están delimitados correctamente los límites de acción, bien del objeto o del personaje. Muy habitual personas que se atraviesan o paredes.

Stuttering: Parpadeo de una imagen o algunas de sus partes por el retraso en el refresco de los fotogramas.

Framear o frame rate: la tasa de fotogramas por segundo, de la frecuencia con que aparecen las imágenes en pantalla. Los juegos actuales suelen estar entre 30 y 60 fps. Es preferible un juego estable a 30 fps que uno a 60 pero no tenga potencia suficiente y baje en los temidos «tirones» (ABC videojuegos, 2014)

Adicional a esto se presenta un listado de los problemas más frecuentes en los juegos serios evidenciados en la inspección de los mismo.

No.	Problema
1	Respuesta impredecible/ Inconsistente a las acciones del usuario
2	No permite suficiente personalización
3	Problemas de inteligencia artificial
4	Desajuste entre cámara/ vista y acción
5	No permite que los usuarios salten contenido no reproducible
6	Esquema de entrada ambiguo
7	Acciones difíciles de controlar en el juego
8	No proporciona suficiente información sobre el estado del juego
9	Falta de un entrenamiento previo al juego
10	Carecen de ayudas dentro del propio entorno del juego
11	Secuencia de comandos complejas
12	Representaciones visuales difíciles de interpretar
13	Respuestas a la acción del usuario no suficientemente oportunas
14	Tiempo de respuesta muy extensa a las acciones del usuario
15	Presentan fallas con la compatibilidad con todas las plataformas
16	Solicita de mucho permiso en algunas de las plataformas
17	Carece de una historia que comente el entorno del juego
18	La historia es compleja y difícil de seguir
19	Carecen de la existencia un tutorial del juego
20	Muy poca y pobre documentación sobre el juego
21	Documentación escrita para jugadores experimentados
22	El juego solo soporta un determinado control de juegos, no ofreciendo otras alternativas
23	Falta de un lenguaje claro y sencillo
24	El juego presenta límite de tiempo para desarrollar actividades
25	Carencia de un glosario de términos, explicación conceptos del entorno
26	Carencia de suficiente personalización para la adecuación del jugos a los diferentes usuarios
27	Presenta diseño de graficas ambiguas o difícil de interpretar
28	Falta de un funcionan adecuado script, lo que ocasiona reiniciar el juego y empezar de nuevo la partida
29	Clipping se entiende como un cuerpo solido atraviesa otro
30	El juego presenta algún tipo de agresión contra el jugador ya sea visual, auditivo o táctiles

Tabla 1. Problemas presentados en los videojuegos

Pautas para diseño accesibles

A partir de los problemas encontrados en esta sección se presenta un conjunto de directrices para el diseño e implementación de juegos serios accesibles, las cuales han sido clasificadas según el principio de la norma técnica Colombiana NTC 585. Aunque muchas de las recomendaciones presentadas están dirigidas a un público en general, también se ha indicado en público específico que pueda beneficiarse con la aplicación de estas recomendaciones en los juegos serios presentes a continuación

PERCEPTIBLE

La información y todos los componentes de la interfaz de usuario deben presentarse a los usuarios, de modo que ellos puedan percibirlos

ID	DIRECTRIZ
HP1	El juego proporciona suficiente información sobre el estado del mismo.
HP2	El juego presenta un entrenamiento previo al desarrollo del mismo.
HP3	El juego presenta visuales fáciles de interpretar de interpretar
HP4	Se presenta documentación sobre el juego
HP5	El lenguaje presente en el juego debe ser un lenguaje claro y sencillo
HP6	El juego presenta errores como: Clipping se entiende como un cuerpo sólido atraviesa otro
HP7	Las fuentes dentro del juego no deben presentar algún tipo de distorsión.
HP8	El juego permite ajustar la velocidad de la narración o de la Voz en off

Tabla 2. Directrices del principio Perceptible

OPERABLE

Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables

ID	DIRECTRIZ
HO1	El juego presenta respuesta impredecible/ Inconsistente a las acciones del usuario
HO2	El juego permite suficiente personalización

HO3	El juego presenta problemas de inteligencia artificial
HO4	El juego presenta desajuste entre cámara/ vista y acción
HO5	El juego permite que los usuarios salten contenido no reproducible
HO6	El juego proporciona la existencia un tutorial del mismo
HO7	El juego soporta un determinado control de juegos, ofreciendo otras alternativas
HO8	El juego presenta suficiente personalización para la adecuación del jugos a los diferentes usuarios
HO9	El juego presenta las principales o las más importantes funciones se encuentran disponibles en un solo botón

Tabla 3. Directrices del principio Operable

COMPRENSIBLE	
La información y el manejo de la interfaz de usuario deben ser comprensibles	
ID	DIRECTRIZ
HC1	El juego presenta un esquema de entrada ambiguo
HC2	El juego presenta acciones difíciles de controlar en el juego
HC3	El juego cuenta con ayudas dentro del propio entorno del juego
HC4	El juego contiene secuencia de comandos complejas
HC5	El juego cuenta con una historia que comente el entorno del juego
HC6	La historia del juego es entendible y fácil de comprender y de seguir

Tabla 4. Directrices del principio Comprensible

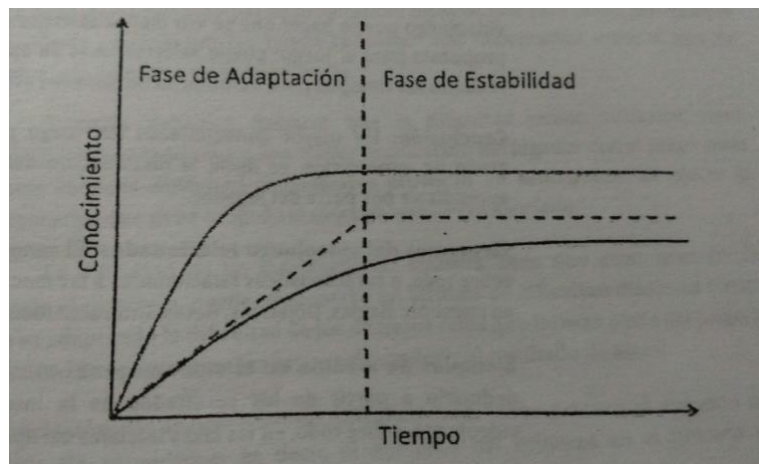
ROBUSTO	
El contenido debe ser suficientemente robusto como para ser interpretado de forma fiable por una amplia variedad de aplicaciones de usuario, incluyendo las ayudas técnicas.	
ID	DIRECTRIZ
HR1	Respuestas a la acción del usuario dentro del juego no son suficientemente oportunas
HR2	Los tiempo de respuesta del juego son muy extensos a las acciones del usuario

- HR3 El juego presentan fallas con la compatibilidad con todas las plataformas
- HR4 El juego solicita de mucho permiso en algunas de las plataformas
- HR5 Falta de un funcionan adecuado script, lo que ocasiona reiniciar el juego y empezar de nuevo la partida

Tabla 5. Directrices del principio Robusto

Curva de aprendizaje de video juegos

Cuando un videojuego consigue colocar al usuario en un nivel de inmersión total, toda su energía e interés está focalizada en el juego, este hecho junto con la motivación que despiertan los videojuegos, es la base del interés de educadores e investigadores por el potencial de los videojuegos como entornos para el aprendizaje, partiendo de este punto se presenta la curva de aprendizaje de un video juego.



Img 6. Ejemplo de la curva de aprendizaje para distintos perfiles: Jugadores Expertos, Casuales, Perfil ideal (Sanchez J. L., 2010)

Concepto que mide la relación entre el avance del jugador en el juego, y por tanto su dominio del mismo, y la dificultad y/o desafío creciente que éste debe aportarle. Este principio básico hace referencia a las reglas y mecanismos esenciales para jugar (cómo me muevo, cómo disparo, cómo cumplo un objetivo...) y en los que se asienta el resto del juego. Se suelen aprender al principio o en puntos concretos, a partir de los cuales se desarrollan nuevas líneas de acción, por ejemplo, una nueva arma, una nueva habilidad de nuestro personaje, un nuevo tipo de construcción para el ejercicio.

Esta curva debe mantener una progresión constante y equilibrada para que el jugador sienta que su nivel de dominio del juego aumenta a medida que avanza, pero al mismo tiempo éste debe proponerle nuevos y mayores desafíos de acuerdo a su progresión y habilidad obtenida.

Cada tipo de videojuego tiene su propia línea de aprendizaje, los más rápidos para aprender son los del tipo Casual, como Angry Birds, luego están el género Puzzle, que toman un poco más

de tiempo para aprender a jugarlo totalmente, los FPS o Disparos en primera persona por sus siglas en Inglés toma más tiempo todavía para tener en control total sobre el juego, luego le siguen los juegos de Lucha o Peleas como Street Fighter que poseen un poco más de complejidad por la cantidad de personajes cada uno con sus poderes únicos, los juegos de Acción y Aventura toman muchísimo tiempo en completarlos principalmente por sus historias largas, mundos dentro de mundos y docenas de personajes que te encuentras en el camino, por último están los RPG o Juegos de Rol, es el tipo de juego más largo y extenso que existe, cientos de horas al frente de la pantalla para completarlo al 100%, cientos de personajes, cientos de poderes, elementos y equipo que dan miles de combinaciones posibles para cada jugador. (PuntoGeek, 2018)



Img 7. Curva de aprendizaje según el tipo de juego (PuntoGeek, 2018)

El aprendizaje del videojuego se puede ver afectado en primera medida por la interacción con el juego. Un correcto sistema de menús, contrales (lo más naturales posibles), sistemas de interacción creíbles y eficientes y una buena realimentación ayudan a que el jugador pueda comprender a que juegan y como deben jugar, para ello, el juego debe ofrecer un sistema que identifiquen los objetivos de cada acción. Es importante que los controles se puedan personalizar para permitirle al jugador adaptarlos a sus exigencias durante el juego, remarcado, una vez más, que el control debe ser más natural posible con el objetivo final de llegar a ser invisible para el jugador (Sanchez J. L., 2010).

Conclusiones

Aunque el análisis fue detallado, identificando requerimientos de cambio para muchos de los juegos evaluados se puede percibir que una gran cantidad de estos presentan una mayor número de problemas y que deberían ser de corrección inmediata ya que estos son una pequeña manera de generar conocimiento por ello deberían ser juegos serios accesibles que proporcionarían la reducción de costos en desarrollo y manteniendo, mejorarían el acceso a los mismos, posibilitarían llegar a una mayor población, un aumento de la productividad y el crecimiento educativo.

Las directrices proporcionadas contribuyen a un primer paso para la mejora de la calidad de los juegos serios sean accesibles para cualquier persona presente o no una diversidad funcional. Es necesario perseguir la mejora de la jugabilidad y la experiencia de usuario frente a la habilidad que el usuario presente ante el juego.

Referencias

- ABC videojuegos*. (22 de 11 de 2014). Obtenido de ABC Videojuegos:
<https://www.abc.es/tecnologia/videojuegos/20141122/abci-errores-assassins-creed-unity-201411192150.html>
- Castro, M. (2013). *El aprendizaje*. Obtenido de Boletín Electrónico:
<http://socialesboletin.udenar.edu.co/?p=213>
- Cocemfe. (2011). *Observatorio de la accesibilidad*. Obtenido de Observatorio de la accesibilidad:
www.observatoriodelaaccesibilidad.es/accesibilidad/accesibilidad/definicion/.
- COCEMFE. (2011). *Observatorio de la accesibilidad*. Obtenido de Observatorio de la accesibilidad :
www.observatoriodelaaccesibilidad.es/accesibilidad/accesibilidad/definicion/.
- Colombia Digital*. (11 de Marzo de 2014). Obtenido de Colombia Digital:
<https://colombiadigital.net/actualidad/noticias/item/6686-derecho-a-la-informacion-como-derecho-fundamental.html>
- Colombiana, N. T. (2011). *Nomaca Tecnica Colombian 5854*. Obtenido de Nomaca Tecnica Colombian 5854: <http://ntc5854.accesibilidadweb.co/>
- David Pinelle; Nelson Wong; Tedeusz Stach. (2008). Heuristic Evaluation for game Usability Principles for video Games Desig. *Games Zone*, 1453-1462.
- Diaz Francisco Javier, Queiruga Claudia Alejandra, Fava Laura Andrea . (Abril de 2015). *SEDICI Repositorio Insitucional de la UNLP*. Obtenido de SEDICI Repositorio Insitucional de la UNLP: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46458>
- Gros, B. (2009). Certezas e interrogantes acerca del uso de los videojuegos para el aprendizaje. *Comunicación*, 1(7).
- Hewett, T. T. (1992). curricula for human-computer interaction. *ACM SIGCHI*.
- Jorge. (19 de Noviembre de 2015). *Flying Dodos*. Obtenido de Flying Dodos :
<http://flyingdodos.com/clasificacion-de-los-serious-games-segun-su-proposito/>
- Katerin Jimenez, Daniela Perez, Sebastian Rengifo, Gabriel E. Chanchi, Maria I. Vidal. (2017). Propuesta de una elvaluacion Euristica de accesibilidad para sitios web basada en la NTC 5854.
- Lili Gracia; Marcela Genro; Mario Piattini. (2015). *Refinamiento de un modelo de calidad para juegos serios*. España : Ciudad Real.

- Molleindustria. (2006). *mcvideojuego*. Obtenido de mcvideojuego:
<http://www.mcvideogame.com/index-esp.html>
- newsgaming.com*. (s.f.). Obtenido de newgaming.com: <http://newsgaming.com/index.htm>
- Nintendo. (25 de Abril de 2008). *Nintendo* . Obtenido de Nintendo :
<https://www.nintendo.es/Juegos/Wii/Wii-Fit-283894.html>
- Norma Técnica Colombiana* . (Noviembre de 2011). Obtenido de Norma Técnica Colombiana :
ntc5854.accesibilidadweb.co
- Real Academia Española. (s.f.). Aprendizaje.
- Sanchez, J. L. (2010). *Jugabilidad Y videojuegos* . España : editorial Academiaca Española.
- Sandra Cano, Cesar A. Collazos, Critina Manresa, Jairo Muñoz, Victor Peñeñory. (2016).
Principios de diseño de juegos serios para la enseñanza de lectoescritura para niños con
discapacidad Auditiva. En *Actas de XVII Congreso internacional de interancion
Persona-Ordenador* (págs. 51-58). Ediciones Univercidad Salamanca.
- Wikipedia* . (7 de julio de 2002). Obtenido de Wikipedia :
https://en.wikipedia.org/wiki/Catch_the_Sperm

Capítulo 7: GUI para análisis de desempeño de algoritmos de reconstrucción de imágenes EIT

Víctor Hugo Mosquera Leyton¹, Carlos Felipe Rengifo Rodas², Alejandro Melenge Meneses³
y Nelson Fernando Fernández Majé⁴

^{1,2}Docente titular. Universidad del Cauca, Colombia, ^{3,4}Universidad del Cauca, Colombia

Sobre los autores

Víctor Hugo Mosquera Leyton: Magister en electrónica y telecomunicaciones de la Universidad del Cauca; docente titular del Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control de la Universidad del Cauca.

Correspondencia: mosquera@unicauca.edu.co

Carlos Felipe Rengifo Rodas: Doctor en Automática, Robótica, Tratamiento de Señal e Informática Aplicada, Ecole Centrale de Nantes, Nantes, Francia, docente titular de la Universidad del Cauca, adscrito al Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control, miembro del grupo de investigación en Automática Industrial.

Correspondencia: caferen@unicauca.edu.co

Alejandro Melenge Meneses: Ingeniero en Automática Industrial de la Universidad del Cauca.

Correspondencia: alejandromeleng@unicauca.edu.co

Nelson Fernando Fernández Majé: Ingeniero en Automática Industrial de la Universidad del Cauca.

Correspondencia: nfernandezm@unicauca.edu.co

Resumen

La tomografía por impedancia eléctrica (TIE), es una técnica de imagen no invasiva, libre de radiación y de bajo costo, que presenta resultados promisorios en aplicaciones médicas. La reconstrucción de imágenes de TIE es un problema matemático no lineal y mal condicionado; estudios han generado varios algoritmos de reconstrucción y regularización orientados a la solución de este problema. El objetivo de este trabajo es el análisis de desempeño de los diferentes algoritmos de reconstrucción de imágenes de TIE disponibles en EIDORS (*EIT and Diffuse Optical Tomography Reconstruction Software*), mediante una interfaz gráfica EIDORS–Matlab que calcula el coeficiente de correlación (CC) y error porcentual (EP). Los modelos de elementos finitos (FEM) empleados para las pruebas, muestran que el algoritmo *Gauss Newton* con regularización *noser*, presentan mejores índices de desempeño, con un CC de 0.8645 y EP 6.736%. Adicionalmente la interfaz permite el análisis de la densidad de píxeles de las imágenes de TIE para apoyar un proceso de diagnóstico en aplicaciones médicas.

Palabras Claves: Tomografía por impedancia eléctrica, reconstrucción de imágenes, EIDORS, problema inverso, Algoritmos de regularización.

GUI for performance analysis of EIT image reconstruction algorithms

Abstract

Electrical impedance tomography (EIT) is a non-invasive, low-cost, radiation-free imaging technique that shows promising results in medical applications. The reconstruction of TIE images is a non-linear and ill-conditioned mathematical problem; studies have generated several reconstructions and regularization algorithms to solve this problem. The aim of this work is the performance analysis of the different TIE reconstruction algorithms available in EIDORS (EIT and Diffuse Optical Tomography Reconstruction Software), through an EIDORS-Matlab interface that calculates the correlation coefficient (CC) and error percentage (EP). Finite element models (FEM) used for the tests, show that the Gauss Newton algorithm with noser regularization, have better performance indexes, with a CC of 0.8645 and EP 6.736%. Additionally, the interface allows the analysis of pixel density of TIE images to back the diagnostic process in medical applications.

Keywords: *Electrical impedance tomography, image reconstruction, EIDORS, inverse problem, regularization algorithms.*

1. Introducción

La Tomografía por Impedancia Eléctrica (TIE) es una técnica no invasiva, portable y no ionizante para la reconstrucción de imágenes, empleada en campos como la medicina, biotecnología y procesos industriales; esta técnica estima la distribución de impedancia al interior de un objeto mediante la inyección de una corriente alterna y la medición de los potenciales generados sobre electrodos ubicados en la frontera del objeto (Tolabin, Buxo, Rossi y Molina, 2016; Ghaderi y Jafari, 2013; Okkesim, Yildirim, Guçin, Hasbahceci, y Muslumanoglu, 2013). La reconstrucción de imágenes de TIE, denominado problema inverso, es no lineal y mal condicionado, por lo cual un pequeño error en la medición en los electrodos de superficie, genera un gran error en la estimación de la impedancia; se han generado diversas alternativas para la solución de este problema como los presentados en (Yang y Jia, 2017; Schullcke, Krueger-Ziolek, Gong, Mueller-Lisse, y Möller, 2016; Hrabuska, Prauzek, Venclikova, Konecny, 2018).

Los algoritmos para la solución del problema inverso se clasifican en: métodos no iterativos, de bajo costo computacional y baja resolución de imágenes (Boverman, Kao, Isaacson, y Saulnier, 2009), iterativos con matriz jacobiana constante, métodos que mejoran la resolución de la imagen con un alto costo computacional, empleados para estudios de objetos con forma geométrica regular y rígida (Kim, y Kim, 2016) y finalmente los métodos iterativos con actualización de la matriz jacobiana, orientados a aplicaciones médicas donde las secciones bajo estudio son de forma irregular (Wang, Wang, Cui, y Yang, 2012). Otro aspecto importante a considerar en la reconstrucción de imágenes de TIE es la regularización, la cual garantiza una única solución

estable, introduciendo información previa, como la distribución estadística de diferentes tejidos, características anatómicas conocidas, en el caso de aplicaciones médicas (Bera, Biswas, Rajan, y Nagaraju, 2014; Zhou, dos Santos, Dowrick, Avery, Sun, Xu, y Holder, 2015; Alberti, Ammari, Jin, Seo, y Zhang, 2016;). Aunque existen diversas alternativas para la reconstrucción de imágenes de TIE, no se evidencia un estudio analítico que permita determinar la más eficiente.

Análisis cuantitativo basado en la correlación y error relativo, son empleados para determinar el desempeño de los algoritmos de reconstrucción de imágenes de TIE (Zhou, et al, 2015; Dreher, Schulte, Müller, Ekkernkamp, y Zirlik, 2015). Estos índices representan la exactitud entre el modelo de elementos finitos (FEM) diseñado para simular el objeto bajo estudio y la imagen de TIE reconstruida. Generalmente, los estudios se desarrollan empleando *Electrical Impedance and Diffuse Optical Reconstruction Software* (EIDORS); esta plataforma permite la utilización y modificación de diferentes algoritmos para: i) la construcción de modelos FEM, ii) la estimación de potenciales sobre los electrodos en los modelos diseñados y iii) reconstrucción de imágenes (Adler, y Lionheart, 2006). La estructura de los objetos EIDORS y su relación es compleja, lo que exige un amplio conocimiento de este software para realizar procesos de análisis de reconstrucción de imágenes.

Con el objetivo de facilitar un proceso comparativo entre las distintas técnicas de solución del problema inverso, este trabajo ofrece una interfaz gráfica de usuario (GUI) EIDORS-Matlab, la cual calcula el coeficiente de correlación (CC) y error porcentual (EP) de los métodos de reconstrucción empleados, en relación con el modelo FEM bajo prueba, además de facilitar al usuario la utilización de EIDORS; adicionalmente la interfaz permite la reconstrucción de imágenes mediante los datos disponibles en bases de datos o tomados mediante sistemas de TIE. Finalmente el procesamiento de imágenes de la GUI permite al usuario realizar un estudio de densidad de los píxeles con el fin de apoyar el diagnóstico de patologías médicas o analizar la distribución de impedancia en un *phantom*.

2. Materiales y métodos

2.1. Tomografía por impedancia Eléctrica

La EIT busca determinar la distribución de conductividad (σ) al interior de un dominio (Ω) mediante la medición de potenciales en electrodos sobre la frontera de Ω ($\partial\Omega$) generados por una corriente de inyección alterna (Zhang, Xu, Zhang, Zhang, Wang, y Xu, 2012; Alberti, Ammari, Jin, Seo, y Zhang, 2016). Los algoritmos de reconstrucción de imágenes EIT buscan resolver el problema matemático de la distribución de conductividad eléctrica dentro de un volumen. El modelo matemático de la electrodinámica de la TIE se deriva de las ecuaciones de Maxwell, bajo las condiciones que el modelo bajo estudio tiene una conductividad lineal e isotrópica, y los campos eléctricos y magnéticos varían lentamente (Kim, Kim, y Kim, 2014). Es así como el potencial eléctrico (φ) generado por una corriente alterna de excitación se relaciona con el campo eléctrico mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{E} = -\nabla\varphi(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \quad (1)$$

La densidad de corriente según la ley de Ohm se define como $\mathbf{J} = \sigma\mathbf{E}$ y considerando las leyes de Kirchhoff, se obtiene la ecuación de gobierno de la TIE, que es no lineal y mal condicionada:

$$\nabla \cdot \sigma \nabla \varphi = 0 \quad (2)$$

Para delimitar la solución de la ecuación (2) se aplican las restricciones de Dirichlet y Neumann, las cuales restringen la corriente inyectada y los potenciales sobre $\partial\Omega$ únicamente a los electrodos de superficie, por lo consiguiente:

$$\varphi = \varphi_i \quad (3)$$

Donde $i = 1, 2 \dots m$, son los potenciales sobre los electrodos de superficie.

$$\int_{\partial\Omega} \sigma \frac{\partial \varphi}{\partial \eta} = \begin{cases} +i \text{ para electrodo de inyección} \\ -i \text{ para electrodo drenador} \\ 0 \text{ Para otro valor} \end{cases} \quad (4)$$

Donde η es el vector unitario normal a los electrodos.

Una vez delimitada la ecuación 2 y conocidos los potenciales sobre los electrodos y la corriente de excitación se estima σ o problema inverso (Garde, y Staboulis, 2017). La imagen de distribución de conductividad se obtiene mediante la ecuación 5:

$$\Delta V = J \Delta \sigma \quad (5)$$

Donde ΔV es la medición de voltajes y J es la matriz jacobiana que relaciona las mediciones de voltaje con los píxeles de la imagen.

Dado que el problema inverso es mal condicionado, es necesario emplear técnicas de regularización en los algoritmos de reconstrucción para obtener una solución estable. Existen varias investigaciones orientadas proponer diferentes estrategias para la solución de la ecuación de gobierno de la TIE, las se basan en información previa de la geometría del objeto bajo estudio (Huang, Chen, y Li, 2012; Liu, Khambampati, Kim, y Kim, 2015), este trabajo permite analizar el desempeño de las diferentes alternativas que ofrece EIDORS en la reconstrucción de imágenes de TIE.

2.2. Desarrollo de la Interfaz EIDORS-Matlab

La Interfaz gráfica de usuario desarrollada en Matlab permite una mejor interacción con la plataforma EIDORS en la reconstrucción de imágenes de EIT. La metodología SCRUM fue utilizada para este trabajo, permitiendo la fácil inserción de nuevos algoritmos de reconstrucción de imágenes.

a. Estructura de la interfaz

La interfaz permite configurar la estructura de datos necesaria para crear el modelo FEM, solucionar el problema directo e inverso (mediante dos algoritmos simultáneamente), visualización de las imágenes de TIE reconstruidas; adicionalmente la interfaz permite el estudio de TIE basados en datos reales, disponibles en bases de datos y establece los índices de desempeño de los algoritmos seleccionados para la reconstrucción.

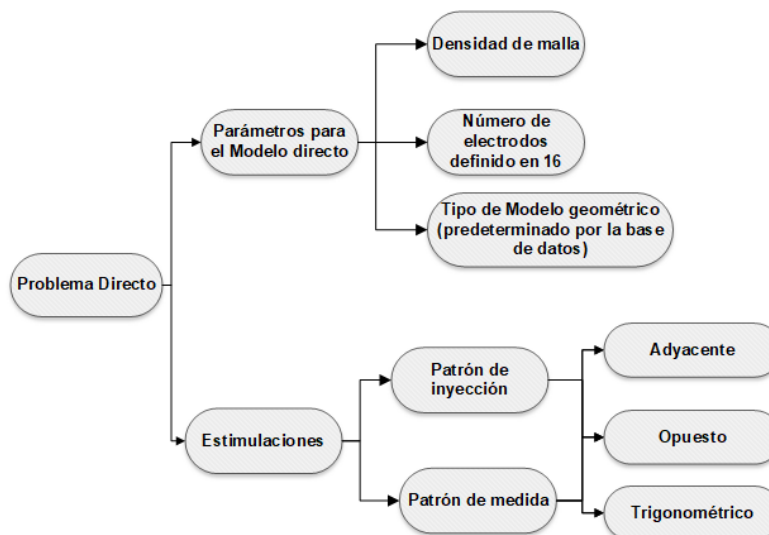
Los índices de desempeño empleados para el análisis cuantitativo son el coeficiente de correlación (CC) y error porcentual (EP), los cuales se presenta en las ecuaciones 6 y 7 respectivamente.

$$CC = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M ((R_{ij} - \bar{R})(A_{ij} - \bar{A}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M ((R_{ij} - \bar{R})^2)((A_{ij} - \bar{A})^2)}} \quad (6)$$

Siendo \mathbf{R} es la matriz de píxeles de la imagen reconstruida, \mathbf{A} la matriz de píxeles del modelo FEM, \bar{R} y \bar{A} el promedio de los valores de cada matriz.

$$EP = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (R_{ij} - A_{ij})}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M R_{ij}} \times 100 \quad (7)$$

Los algoritmos y parámetros para la reconstrucción de imágenes del modelo FEM en estudio, son definidos por el usuario, posteriormente se realiza la reconstrucción de la imagen de TIE, la interfaz permite visualizar la imagen reconstruida y los índices de desempeño (figura 1).



a

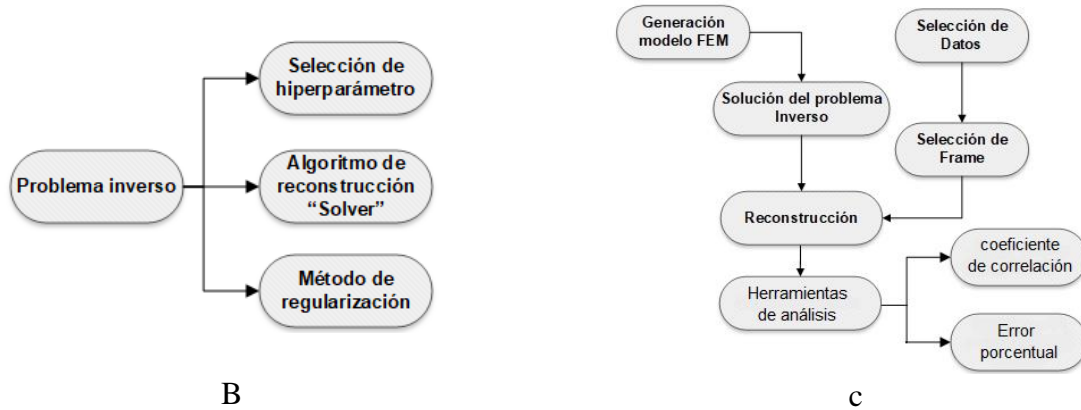


Figura1: a) Estructura de datos problema directo, b) Estructura de datos problema inverso y c) Diagrama funcional de la GUI.

La reconstrucción de imágenes se realiza a partir de bases de datos reales. La interfaz desarrollada incluye los frames medidos y el usuario puede seleccionar uno para un análisis detallado de la imagen. Los índices de desempeño en este caso no se calculan basados en el modelo FEM, sino la imagen reconstruida mediante GREIT (*Graz consensus Reconstruction algorithm for EIT*), el cual es ampliamente aceptado en aplicaciones médicas de la TIE (Adler, Arnold, Bayford, Borsic, Brown, Dixon, y Faes, 2009).

3. Resultados.

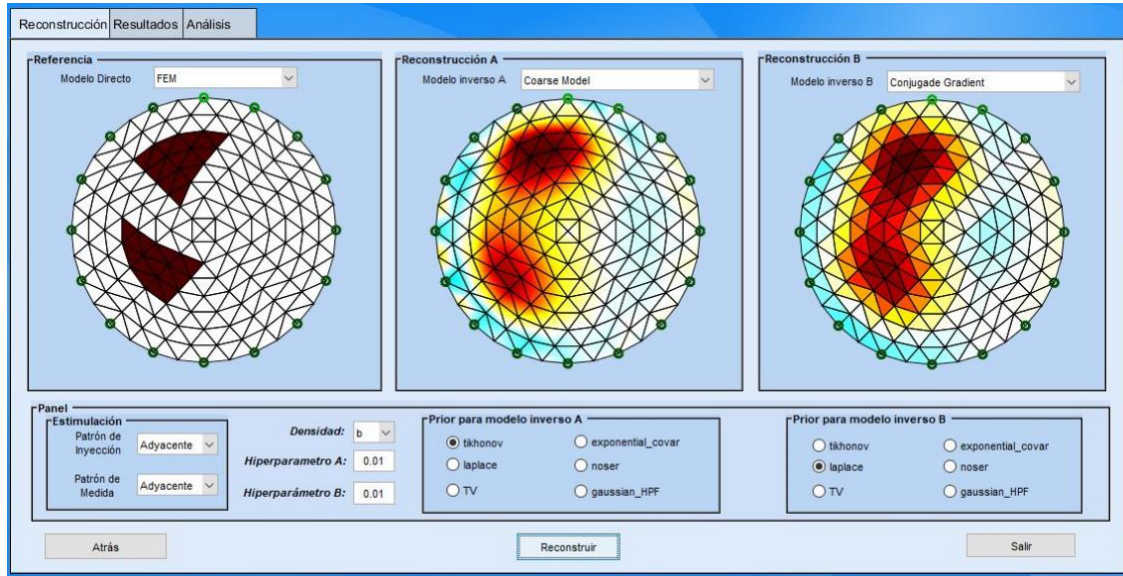
La figura 2 muestra las ventas de la interfaz diseñada para la selección de los algoritmos de reconstrucción y sus parámetros, además de los resultados obtenidos en este proceso para los análisis basados en modelos FEM.

A. Análisis comparativo de algoritmos de reconstrucción basado en modelos FEM.

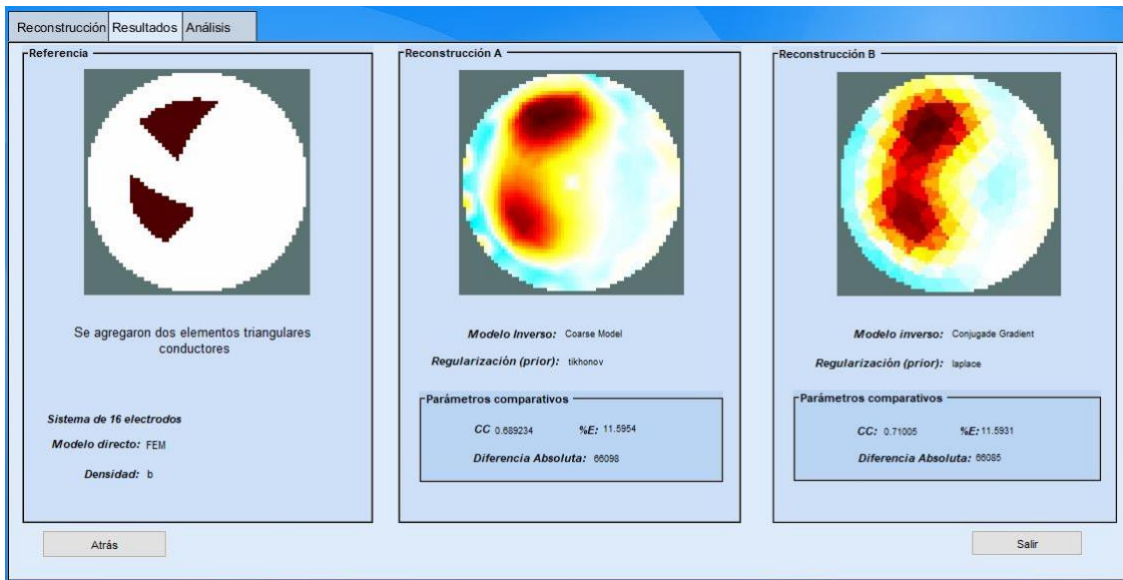
Para este análisis se toma como modelo FEM, el mostrado en la figura 2a; el cual es circular 2D con 16 electrodos y densidad de malla de 256 elementos. Los patrones de inyección y medición adyacente fueron empleados para esta prueba, aunque los patrones opuesto y trigonométrico están disponibles tanto para inyección y medición. Además se consideraron únicamente los algoritmos de reconstrucción diferencial, debido a que son los utilizados en las bases de datos disponibles para EIDORS. Los métodos de solución del problema directo considerados fueron el FEM, el cual es el método más empleado en TIE (Lu, Liu, y Hu, 2014) y el CEM (*Complete Electrode Model*) estudiado por Markus Jehl y sus colegas, el cual presenta muy buenos resultados en cuanto a costo computacional (Jehl, Dedner, Betcke, Aristovich, Klöfkorn y Holder, 2015).

En este experimento se realizaron combinaciones entre algoritmos de solución de problema directo, inverso y regularización, encontrando que los algoritmos *Gauss-Newton One Step* (GN-OS), *Gauss-Newton* (GN) y *Primal/Dual Interior Point Method-Defference* (PDIMP-D) presentan un mejor desempeño. En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos con los algoritmos que presentaron un CC superior 0.5; se puede observar que empleando el método CEM y la regularización *noser*, el algoritmo GN_OS tiene un CC de 0.8647 y un EP de 6.7367% siendo la

mejor alternativa para la reconstrucción de imágenes de TIE. Por otra parte los algoritmos GN y PDIMP-D con el método CEM para solución del problema directo y regularización *noser*, tienen igual CC que el GN-OS con una diferencia en el EP inferior al 1%; siendo igualmente una buena alternativa para la reconstrucción de imágenes.



a



b

Figura 2. Interfaz desarrollada: a) Ventana de selección de algoritmos y parámetros para reconstrucción, b) Ventana reconstrucción y resultados comparativos.

Tabla 1: Resultados cuantitativos de reconstrucción de imágenes de TIE.

Regularización	Solución problema directo	CG		GN-OS		GN		PDIMP-D		Kalman	
		C C	E P (%)	C C	E P (%)	C C	E P (%)	C C	E P (%)	C C	E P (%)
Tikhonov	F	0,	11	0,	11	0.	11	0.	11	0.	10
	EM	702	,088	702	,08	702	.97	702	.97	736	.89
Laplace	F	0,	11	0,	11	0.	13	0.	12	0.	11
	EM	71	,59	705	,84	705	.14	688	.49	556	.67
Total Variation	F	0,	7,	0,	7,	0.	7.	0.	7.	0.	11
	EM	862	069	857	033	858	149	858	149	699	.92
Exponential Covar	F	0,	8,	0,	9,	0.	10	0.	10	0.	11
	EM	803	575	766	731	767	.39	753	.47	66	.48
Noser	F	0,	7,	0,	6,	0.	6.	0.	6.	0.	11
	EM	848	347	864	58	853	632	863	633	701	.97
Gaussian High Pass Filter	F	0,	7,	0,	9,	0.	9.	0.	9.	0.	11
	EM	835	547	783	197	784	684	781	694	693	.68
Tikhonov	C	0,	13	0,	13	0.	14	0.	14	0.	13
	EM	652	,17	652	,17	649	.75	649	.75	682	.53
Laplace	C	0,	12	0,	13	0.	15	0.	14	0.	13
	EM	684	,5	665	,43	666	.23	645	.45	491	.78
Total Variation	C	0,	7,	0,	8,	0.	8.	0.	8.	0.	14
	EM	843	781	836	009	835	364	835	364	647	.72
Exponential Covar	C	0,	9,	0,	11	0.	12	0.	12	0.	14
	EM	771	623	725	,31	726	.44	709	.50	6	.16
Noser	C	0,	7,	0,	6,	0.	6.	0.	6.	0.	14
	EM	831	942	864	736	864	824	864	824	648	.78
Gaussian High Pass Filter	C	0,	8,	0,	10	0.	11	0.	11	0.	14
	EM	804	591	735	,85	737	.79	74	.58	639	.61

El análisis comparativo realizado muestra que el método de regularización *noser* y el método CEM para la solución del problema directo son la alternativa opción en el proceso de reconstrucción en imágenes de TIE disponibles en la plataforma EIDORS. Sin embargo, se puede evidenciar que al emplear el método FEM para la solución del problema directo, el algoritmo CG, con una regularización *Total Variation*, obtiene un mejor desempeño en la reconstrucción en relación con el CC, comparado con los algoritmos GN y PDIMP-D con el método CEM y regularización *noser*. Pero con un mayor EP.

Es importante resaltar que los índices de desempeño fueron calculados considerando únicamente los píxeles al interior de la imagen reconstruida, descartando los píxeles de color gris que enmarcan la imagen (figura 2b), los cuales dan una correlación del 100% y aumentan este índice, dando una información errada al usuario.

b. Reconstrucción de imágenes mediante bases de datos de TIE.

Para esta prueba se considera la base de datos obtenida en (Heinrich, Schiffmann, Frerichs, Klockgether-Radke, y Frerichs, 2006) para la detección de edema pulmonar. Los datos fueron obtenidos utilizando el escáner EIT diseñado por Ghislain Savoie y Robert Guardo (Savoie, 1996) con 16 electrodos y patrones de estimulación y medición adyacentes, con una frecuencia de 7 frames por segundo. A diferencia de la prueba basada en modelos FEM, esta cuenta con la opción de selección de frames, lo cual permite al usuario realizar un análisis detallado de la variación de la distribución de impedancia estimada durante el ciclo respiratorio.

En la figura 3 se puede observar a la izquierda la imagen reconstruida del frame 15 de la base de datos, empleando el algoritmo GREIT usado en (Heinrich, et al, 2006), además se muestra los resultados de reconstrucción con los algoritmos CG y GN_OS que presentaron el mejor desempeño empleando los métodos FEM y CEM respectivamente. Además de realizar la reconstrucción de las imágenes de TIE, la interfaz permite al usuario mediante un trazo sobre la figura reconstruida, determinar el comportamiento de la distribución de impedancia, para un análisis detallado.

La información de los píxeles del frame bajo análisis se almacena automáticamente en un archivo en Excel para estudios de Impedancia Global (IG), método que se emplea para determinar el volumen de un órgano mediante TIE y que apoyan el diagnóstico de patologías (Schlebusch, Nienke, Santos y Leonhardt, 2015; Frerichs, Amato, y Kaam, 2017).

La pestaña de análisis permite realizar un estudio de la distribución de impedancia seleccionando los píxeles de mayor o menor conductividad y así determinar el comportamiento de la impedancia entre frames (figura 4). La intensidad de color de los píxeles se relaciona con la impedancia, esta intensidad varían en una escala de 0 a 256, donde 128 representa los píxeles conductividad neutra o cero; para valores mayores que 128 indica mayor conductividad y menores que 128 menor conductividad.

4. Discusión.

Existen diversos estudios sobre algoritmos de reconstrucción de imágenes de TIE, los cuales se validan mediante criterios de correlación o exactitud en la reconstrucción (error porcentual o error de imagen) (Hadinia, y Jafari, 2015; Chen, Xu, Cao, and Zhou, 2014; [Cui, Wang, Xue, Fan, Zhang, Cao, Sun, Wang, and Yang, 2016](#); Martin y Choi, 2018). Estos trabajos generalmente comparan sus resultados con el algoritmo GN, dejando a un lado otras alternativas propuestas. Mediante la interfaz desarrollada se facilita el proceso comparativo entre las diversas opciones con que cuenta EIDORS, permitiendo a los investigadores en esta área, ampliar los análisis relacionados con el desempeño de los algoritmos propuestos, bajo la limitante que estos deben integrarse a EIDORS. La metodología SCRUM empleada en el desarrollo de la interfaz facilita la modificación o escalamiento con el fin de ampliar los algoritmos de reconstrucción de imágenes.

Las aplicaciones de la TIE, especialmente la relacionada con la medicina, realizan el proceso de reconstrucción mediante el algoritmo GREIT, el cual es el más aceptado (Grychtol, Elke, Meybohm, Weiler, Frerichs, Adler, 2014; San-Pablo-Juárez, Morales-Sánchez, Ireta-Moreno, Ávalos-Zúñiga, y González-Barbosa, 2017; Trenk, [Mendes, Carvalho, Paiva, Henriques, Maglaveras, Chouvarda, Tsara, y Teixeira, 2016](#)), pero no se evidencia un análisis de los efectos al utilizar otros algoritmos en los resultados de detección de patologías médicas. Otros estudios en ambiente médico como el de Shin y sus colegas; (Shi, [You, Xu, Ji, Liu, Dong, Fu, y Huo, 2016](#)) que emplean un algoritmo diferente a GREIT, pero no se evidencia un proceso analítico de esta elección; es así como el trabajo que se presenta, permite explorar

diversas técnicas de reconstrucción de imágenes para ampliar el estudio en las distintas aplicaciones de la TIE y poder elegir los algoritmos de mejor rendimiento.

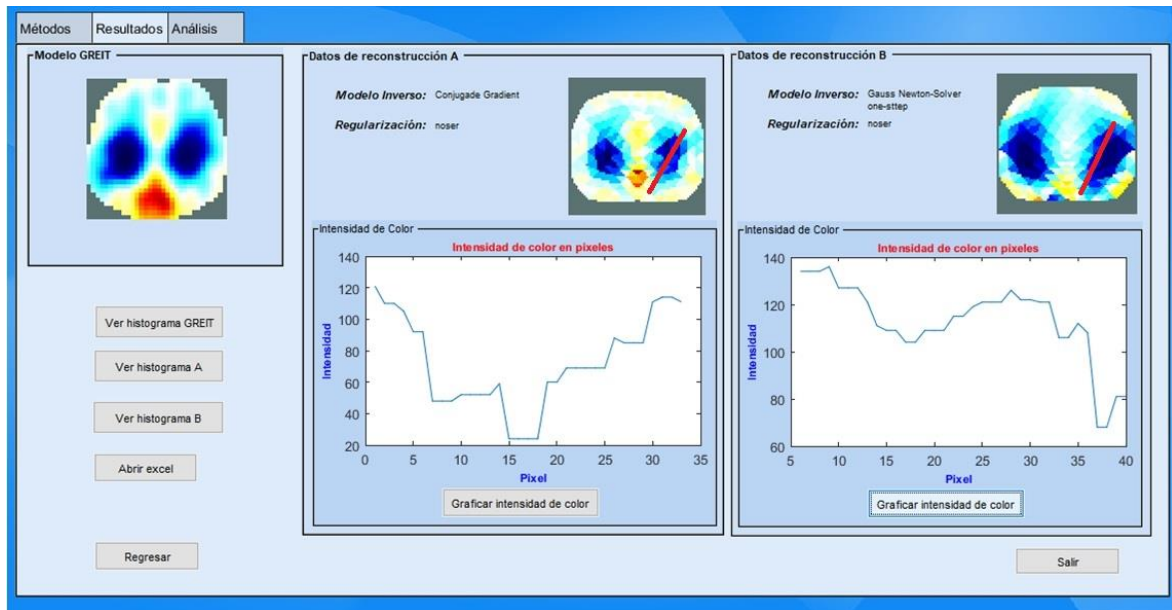


Figura 3: Interfaz para análisis de imágenes de TIE basada en bases de datos.

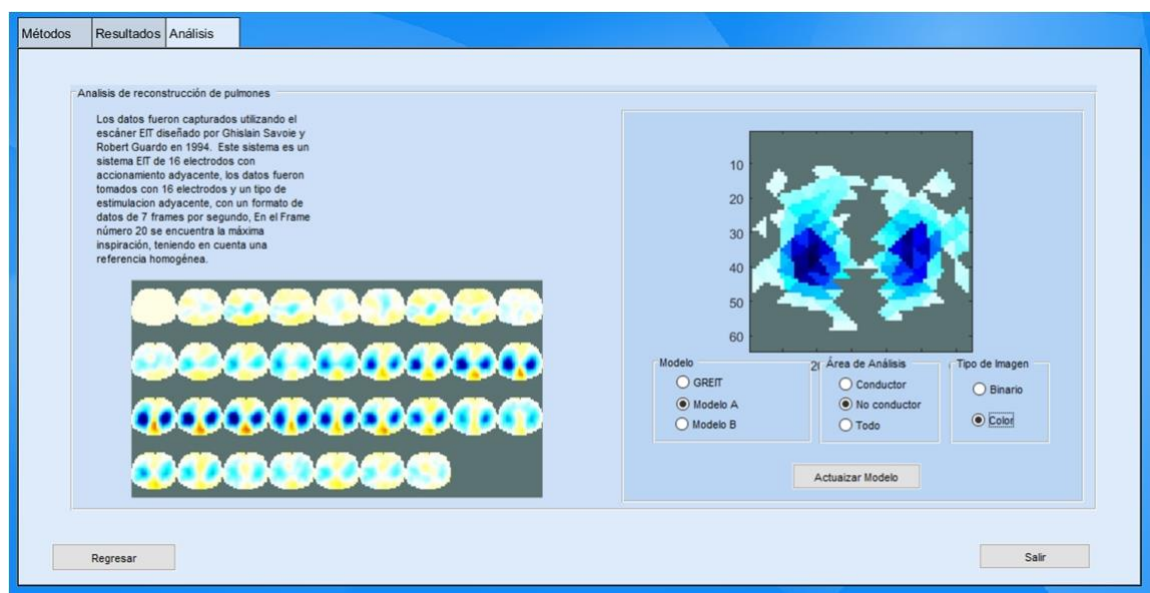


Figura 4. Ventana para estudio de densidad de distribución de impedancia.

Considerando los resultados presentados, se puede observar la potencialidad de esta herramienta en el estudio de desempeño de algoritmos de reconstrucción de imágenes, además de permitir ahondar en el estudio de imágenes de TIE en distintas aplicaciones, para lograr mejores resultados.

5. Referencias.

Adler, A., Arnold, J., Bayford, R., Borsic, A., Brown, B., Dixon, P. and Faes, T. (2009). Greit: a united approach to 2d linear eit reconstruction of lung images. *Physiological Measurement*, vol. 30, no. 6. doi: [10.1088/0967-3334/30/6/S03](https://doi.org/10.1088/0967-3334/30/6/S03).

Adler, A., & Lionheart, W. (2006). Uses and abuses of EIDORS: an extensible software base for EIT. *Physiological Measurement*, 27(5), S25-S42. doi: [10.1088/0967-3334/27/5/s03](https://doi.org/10.1088/0967-3334/27/5/s03).

Alberti, G. S., Ammari, H., Jin, B., Seo, J. K., & Zhang, W. (2016). The linearized inverse problem in multifrequency electrical impedance tomography. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, 9(4), 1525-1551. doi:[10.1137/16M1061564](https://doi.org/10.1137/16M1061564).

Alberti, G., Ammari, H., Jin, B., Seo, J., & Zhang, W. (2016). The Linearized Inverse Problem in Multifrequency Electrical Impedance Tomography. *SIAM Journal On Imaging Sciences*, 9(4), 1525-1551. doi: [10.1137/16m1061564](https://doi.org/10.1137/16m1061564).

Bera, T., Biswas, S., Rajan, K., & Nagaraju, J. (2014). Projection Error Propagation-based Regularization (PEPR) method for resistivity reconstruction in Electrical Impedance Tomography (EIT). *Measurement*, 49, 329-350. doi: [10.1016/j.measurement.2013.11.003](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.11.003).

Boverman, G., Kao, J., Isaacson, D and Saulnier, G. (2009). An implementation of calderón's method for 3D limited-view EIT. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. 28, no. 7. 1073-1082. doi: [10.1109/TMI.2009.2012892](https://doi.org/10.1109/TMI.2009.2012892).

Chen, J., Xu, L., Cao, Z., and Zhou, H. (2014). Four-Terminal Imaging Using a Two-Terminal Electrical Impedance Tomography System, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 63, no. 2, pp. 432-440. doi: [10.1109/TIM.2013.2280483](https://doi.org/10.1109/TIM.2013.2280483).

[Cui, Z.](#), [Wang, Q.](#), [Xue, Q.](#), [Fan, W.](#), [Zhang, L.](#), [Cao Z.](#), [Sun, B.](#), [Wang, H.](#), [Yang, H.](#) (2016). A review on image reconstruction algorithms for electrical capacitance/resistance tomography, *Sensor Review*, Vol. 36 Issue: 4, pp.429-445. doi: [10.1108/SR-01-2016-0027](https://doi.org/10.1108/SR-01-2016-0027).

Dreher, M., Schulte, L., Müller, T., Ekkernkamp, E., & Zirlik, A. (2015). Influence of effective noninvasive positive pressure ventilation on inflammatory and cardiovascular biomarkers in stable hypercapnic COPD patients. *Respiratory Medicine*, 109(10), 1300-1304. doi: [10.1016/j.rmed.2015.08.004](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2015.08.004).

Frerichs, I., Amato, M., and Kaam, A. (2017). Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: consensus

statement of the Translational EIT development study group Thorax;72:83-93. doi:[10.1136/thoraxjnl-2016-208357](https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-208357).

Garde, H., & Staboulis, S. (2017). Convergence and regularization for monotonicity-based shape reconstruction in electrical impedance tomography. *Numerische Mathematik*, 135(4), 1221-1251. doi: 10.1007/s00211-016-0830-1.

Ghaderi Daneshmand, P., & Jafari, R. (2013). A 3D hybrid BE–FE solution to the forward problem of electrical impedance tomography. *Engineering Analysis With Boundary Elements*, 37(4), 757-764. doi: 10.1016/j.enganabound.2013.01.016.

Grychtol, B., Elke, G., Meybohm, P., Weiler, N., Frerichs, I., Adler, A. (2014) Functional Validation and Comparison Framework for EIT Lung Imaging. PLOS ONE 9(8). 1-13. doi: [10.1371/journal.pone.0103045](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103045).

Hadinia, M. and Jafari, R. (2015). An element-free Galerkin forward solver for the complete-electrode model in electrical impedance tomography. *Flow Measurement and Instrumentation*, Vol 45, 68-74. doi: [10.1016/j.flowmeasinst.2015.04.011](https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2015.04.011).

Heinrich, S., Schiffmann, H., Frerichs, A., Klockgether-Radke, A., & Frerichs, I. (2006). Body and head position effects on regional lung ventilation in infants: an electrical impedance tomography study. *Intensive Care Medicine*, 32(9), 1392-1398. doi:[10.1007/s00134-006-0252-0](https://doi.org/10.1007/s00134-006-0252-0).

Hrabuska, R., Prauzek, M., Venclikova, M., Konecny, J. (2018). Image Reconstruction for Electrical Impedance Tomography: Experimental Comparison of Radial Basis Neural Network and Gauss – Newton Method. *IFAC-PapersOnLine*. Vol 51. Issue 6. 438-443. doi: [10.1016/j.ifacol.2018.07.114](https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.07.114).

Huang, Y., Chen, M., & Li, B. (2012). An Approach for Regularization Parameter Optimization in Electrical Impedance Tomography. *Sixth International Conference On Electromagnetic Field Problems And Applications*. doi: 10.1109/icef.2012.6310315.

Jehl, M., Dedner, A., Betcke, T., Aristovich, K., Klöfkorn, R. and Holder, D. (2015). A Fast Parallel Solver for the Forward Problem in Electrical Impedance Tomography. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 62, no. 1, 126-137. doi: [10.1109/TBME.2014.2342280](https://doi.org/10.1109/TBME.2014.2342280).

Kim, B., and Kim, K. (2016). Resistivity imaging of binary mixture using weighted landweber method in electrical impedance tomography. *Flow Measurement and Instrumentation*. 39-48. doi: [10.1016/j.flowmeasinst.2016.05.002](https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2016.05.002).

Kim, B., Kim, K., & Kim, S. (2014). Image reconstruction using adaptive mesh refinement based on adaptive thresholding in electrical impedance tomography. *Nuclear Engineering And Design*, 270, 421-426. doi: [10.1016/j.nucengdes.2013.12.063](https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2013.12.063).

Liu, D., Khambampati, A., Kim, S., & Kim, K. (2015). Multi-phase flow monitoring with electrical impedance tomography using level set based method. *Nuclear Engineering And Design*, 289, 108-116. doi: [10.1016/j.nucengdes.2015.04.023](https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2015.04.023).

Lu, L., Liu, L. and Hu, C. (2014). Analysis of the electrical impedance tomography algorithm based on finite element method and Tikhonov regularization. *International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition*, Lanzhou, 36-42. doi: [10.1109/ICWAPR.2014.6961287](https://doi.org/10.1109/ICWAPR.2014.6961287).

Martin, S, and Choi, C. (2018). Nonlinear Electrical Impedance Tomography Reconstruction Using Artificial Neural Networks and Particle Swarm Optimization. *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 52, no. 3, 1-4. doi: [10.1109/TMAG.2015.2488901](https://doi.org/10.1109/TMAG.2015.2488901).

Okkesim, S., Yildirim, I., Gucin, Z., Hasbahceci, M., & Muslumanoglu, M. (2013). Electrical impedance analysis of biopsy specimens to distinguish healthy and cancerous breast tissues. *2013 International Conference On Electronics, Computer And Computation (ICECCO)*. doi: [10.1109/icecco.2013.6718215](https://doi.org/10.1109/icecco.2013.6718215).

San-Pablo-Juárez, M., Morales-Sánchez, E., Ireta-Moreno, F., Ávalos-Zúñiga, R., & González-Barbosa, J. (2017). Método para medir densidad ósea a partir de conductividad eléctrica calculada por Tomografía de Impedancia Eléctrica. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 38(2), 492-506. doi: [10.17488/RMIB.38.2.5](https://doi.org/10.17488/RMIB.38.2.5).

Savoie, G. (1996). Applications de la tomographie d'impedance électrique a l'étude de phenomenes physiologiques. Université de Montreal (Canada).

Schlebusch, T., Nienke, S., Santos S. and Leonhardt, S. (2015). Bladder volume estimation from electrical impedance tomography. *35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, Osaka. 6441-6444. doi: [10.1109/EMBC.2013.6611029](https://doi.org/10.1109/EMBC.2013.6611029).

Schullcke, B., Ziolk, S. K., Gong, B., Mueller-Lisse, U., & Moeller, K. (2016). Comparison of Image Reconstruction Algorithms in EIT Imaging. *Journal of Biomedical Science and Engineering*, 9(10), 137. doi: [10.4236/jbise.2016.910B018](https://doi.org/10.4236/jbise.2016.910B018).

Shi, X., [You, F.](#), [Xu, C.](#), [Ji Z.](#), [Liu, R.](#), [Dong, X.](#), [Fu, F.](#), and [Huo, X.](#) (2016). Design and implementation of a high-precision electrical impedance tomography data acquisition system

for brain imaging. *IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS)*, Shanghai. 9-15. doi: [10.1109/BioCAS.2016.7833712](https://doi.org/10.1109/BioCAS.2016.7833712).

Tolabin, D., Buxo, M., Rossi, R. and Molina, G. (2016). Diseño e implementación de un sistema de tomografía de impedancia eléctrica pulmonar. *IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON)*. doi: [10.1109/ARGENCON.2016.7585345](https://doi.org/10.1109/ARGENCON.2016.7585345).

Trenk, F., [Mendes, L.](#), [Carvalho, P.](#), [Paiva, R.](#), [Henriques, J.](#), [Maglaveras, N.](#), [Chouvarda, I.](#), [Tsara, V.](#), and [Teixeira, C.](#) (2016). Evaluation of lung ventilation distribution in chronic obstructive pulmonary disease patients using the global inhomogeneity index. *38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, Orlando, FL. 5286-5289. doi: [10.1109/EMBC.2016.7591920](https://doi.org/10.1109/EMBC.2016.7591920).

Wang, Q., Wang, H., Cui, Z., and Yang, C. (2012). Reconstruction of electrical impedance tomography (EIT) images based on the expectation maximum (EM) method. *{ISA} Transactions*, vol. 51, no. 6. 808-820. doi: [10.1016/j.isatra.2012.04.011](https://doi.org/10.1016/j.isatra.2012.04.011).

Yang, Y., and Jia, J. (2017). An Image Reconstruction Algorithm for Electrical Impedance Tomography Using Adaptive Group Sparsity Constraint. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 66, no. 9. 2295-2305.

Zhang, S., Xu, G., Zhang, X., Zhang, B., Wang, H., & Xu, Y. (2012). Computation of a 3-D Model for Lung Imaging With Electrical Impedance Tomography. *IEEE Transactions On Magnetics*, 48(2), 651-654. doi: [10.1109/tmag.2011.2174779](https://doi.org/10.1109/tmag.2011.2174779). doi: [10.1109/TIM.2017.2701098](https://doi.org/10.1109/TIM.2017.2701098).

Zhou, Z., dos Santos, G., Dowrick, T., Avery, J., Sun, Z., Xu, H., & Holder, D. (2015). Comparison of total variation algorithms for electrical impedance tomography. *Physiological Measurement*, 36(6), 1193-1209. doi: [10.1088/0967-3334/36/6/1193](https://doi.org/10.1088/0967-3334/36/6/1193).

Capítulo 8: Sistema de asistencia basado en visión para personas con discapacidades motoras en miembros superiores e inferiores.

Mario Ricardo Pérez Valencia, Oscar Julián Sarzosa Cerón, John Robert Muñoz Chávez,
Juan Pablo Diago Rodríguez.
Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.
Colombia

Sobre los Autores:

Oscar Julián Sarzosa Cerón: Estudiante del programa de ingeniería Electrónica de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

Correspondencia: oscar.sarzosa.c@uniautonomia.edu.co

Mario Ricardo Pérez Valencia: Estudiante del programa de ingeniería Electrónica de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

Correspondencia: ricardo.perez.v@uniautonomia.edu.co

John Robert Muñoz Chávez: Magister en Sistemas Mecatrónicos, Universidad de Brasilia UnB, Ingeniero Físico, Universidad del Cauca, Docente del programa de ingeniería Electrónica e Investigador de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

Correspondencia: john.munoz.c@uniautonomia.edu.co

Juan Pablo Diago Rodríguez: Magister en Sistemas Mecatrónicos, Universidad de Brasilia UnB, Ingeniero en Automática industrial, Universidad del Cauca, docente del programa de ingeniería Electrónica e Investigador de la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca.

Correspondencia: juan.diago.r@uniautonomia.edu.co

Resumen

En el presente artículo, se describe la implementación así como el proceso de construcción de un prototipo de asistencia basado en visión, en el que se tuvieron en cuenta temáticas como el procesamiento de imágenes y las técnicas de visión artificial, implementando así, una cámara de alta definición que rastrea el posicionamiento y movimiento ocular derecho o izquierdo del usuario, los cuales sirven como indicadores fisiológicos para la manipulación del cursor, dando pie a la selección de botones mediante el guiño y así efectuar la acción del clic en una interfaz gráfica. Para ello se desarrolló mediante el GUI de Matlab, un aplicativo que provee el control de un sistema domótico, que emula una habitación a escala, acondicionada para asistir a una persona bajo situación de discapacidad.

Palabras Claves: Asistencia, Discapacidad, Domótica, Visión Artificial.

System of assistance based on vision for persons with motor disabilities in top and low members.

Abstract

Abstract: In the present article, the implementation and the process of construction of a prototype of assistance based on vision is described, which takes into account matters in mind as image processing and the technologies of artificial vision, thus implementing a camera of high definition that traces the positioning and right or left eye movement of the user, which serve as physiological indicators to move the cursor, managing in this way, the selection of buttons by winking and thus be able to perform the action to click on a graphical interface. This was developed through the Matlab GUI, the application that provides control of an automated home system, which emulates a room at scale, conditioned to help a person with motor disabilities.

Keywords:

Assistance, Disability, Domotics, Artificial visión.

1. Introducción

El desarrollo científico ha sido base fundamental para la evolución de la humanidad. Generando constantemente aportes significativos que buscan obtener una mejor calidad de vida, en especial en el ámbito de inclusión social e independencia a personas con discapacidad motora en miembros superiores e inferiores (cuadruplejía, tetraplejía, diplejía o hemiplejía, entre otras). Desarrollando prototipos tecnológicos de asistencia a personas con este tipo de falencias, tal problemática es el foco de esta investigación, la cual tiene como objeto el uso de dispositivos de visión, para personas que se encuentran bajo situación de discapacidades motoras, con el objetivo de estudiar las ventajas que brindan estos prototipos y el impacto generado que pueden ofrecer en el contexto social antes descrito. (Juliet Díaz Lazo, 2011).

Para la Organización de las Naciones Unidas (ONU), "La discapacidad es un concepto que evoluciona, resultado de la interacción entre las personas con deficiencias y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación plena y efectiva en el sector socioeconómico, en igualdad de condiciones ", (MinSalud - Gobierno de Colombia, 2014). Es por eso, que las personas con algún tipo de discapacidad pueden encontrar en la tecnología el apoyo perfecto para llevar una vida más plena e independiente, logrando así disminuir la brecha de interacción con el entorno, eliminando las desventajas derivadas de su estado de vulnerabilidad.

Las nuevas tecnologías, son pieza clave para llevar a cabo la implementación de sistemas de evaluación y evolución tanto dentro, como fuera del contexto de la salud de personas en condición de discapacidad o movilidad limitada, dificultades que se han venido presentando puntualmente en el estilo de vida de las personas que padecen este tipo de enfermedades, no siendo fácil su adaptación, su estilo de vida se vuelve lento y en muchos casos dependiente, impidiendo ejecutar sus actividades cotidianas más básicas. Las discapacidades como tema de exclusión social, son una realidad que no se puede ni se debe intentar ocultar de la sociedad, aunque para ello se han venido desarrollando soluciones que dan pie a la minimización de la taza de exclusión, por tal razón, mediante esta investigación haciendo uso de recursos tecnológicos como el procesamiento de imágenes en el seguimiento ocular o la identificación de los patrones del iris que sirven como indicadores fisiológicos, se busca mejorar la calidad

de vida de las personas con este tipo de discapacidades. (MsC. Isabel Adela Vigil Zulueta, 2013).

2. Metodología:

A continuación, se describe la metodología empleada para el desarrollo del sistema de visión artificial (SVA) y el sistema domótico a escala. En él, se utilizó una cámara digital Facecam2020 de Genius, con una resolución de video de 1280x720 píxeles (RGB), reconocida mediante la conexión "HID (Human Interface Devices) por puerto USB" sin restricción de acceso, (Emanuel G. Aguirre, 2007). Empleando una metodología algorítmica desarrollada en el lenguaje de Python 3.6.6; la cámara es reconocida y activada por la función `VideoStream(src = 0).start`, perteneciente al kernel "imutils", permitiendo la adquisición de la captura de video, cuya estructura está compuesta por una serie de imágenes secuenciales, los datos de resolución de los píxeles son almacenados en una matriz (*array*) tridimensional (Fernández, 2009).

Pre procesamiento. Consiste en el cambio de dimensiones de la imagen en escala de grises, el mejoramiento del contraste, la eliminación del ruido y la aplicación de filtros, optimizando de esta forma el tiempo de procesamiento, ya que procesar imágenes en tiempo real gasta un factor considerable de recursos del sistema. El objetivo principal de esta etapa fue tratar una imagen, para obtener características específicas de la misma, (Ramírez, 2006) (Morales, 2012).

Cambio de dimensiones. Al cambiar la resolución de la imagen de entrada mediante la función `"imutils.resize ()"`, se redimensiona la imagen de (1280x720) a (320x240), permitiendo conservar en gran medida su calidad; modificando de esta manera las dimensiones de la matriz (*array*) tridimensional.

Cambio a escala de grises. Es la representación de una imagen en la que se evidencia el efecto de la luminancia, cuando cada píxel es dibujado, al utilizar un valor numérico individual en una gama desplegada entre el blanco y el negro, (M.Sc Jimmy Alexander Cortés Osorio, 2011). Debido a esto, las funciones de OpenCV, (Intel, 2018), se implementaron directamente en el software de Python, con las cuales se realizó la conversión de los colores RGB a escala de grises, obtenida de la función `cv2.cvtColor`.

Etapa 1.

Detección de parpados. En esta sección se describe el (SVA), donde se especifican las funciones primordiales que fueron implementadas. Cabe mencionar que algunas funciones y bases de datos que se exponen a continuación, se encuentran disponibles en la web y son de uso libre. Para ello se importan los archivos de detección facial `shape_predictor_68_face_landmark` y posterior a ello, se inicializa el detector del kernel `Dlib`, de la base de datos HOG (Histograma de Gradientes Orientados), mediante la siguiente función `dlib.get_frontal_face_detector()`, (Christos Sagonas, 2013) (Ramanan, 2012).

En un vector $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ se realizó el recorrido de las marcas faciales encontradas por medio de la lectura de frames, donde el vector C por cada posición agregada, guarda los 68 valores de los puntos faciales encontrados, con sus respectivas coordenadas (x, y). Luego se compararon las marcas faciales de la base de datos HOG, con las marcas faciales del vector C , para precisar las coordenadas correctas de dichas predicciones mediante el kernel "imutils", de esta manera se almacenaron las posiciones correctas, establecidas por la comparación de las marcas faciales detectadas en una matriz de ceros, cuyos puntos encontrados adquirieron el valor "1" en sus posiciones correspondientes. Al encontrar todos los puntos faciales que se nominan en el rostro. Se procedió a escoger mediante el comando `face_utils`:

FACIAL_LANDMARK_IDXS [], los puntos que caracterizan la detección de cada ojo, respectivamente al introducir “*left_eye*” y “*right_eye*” dentro de esta función.

Mediante la función *cv2.convexHull*, se calculó el casco convexo de los ojos, y por medio de la función de distancia euclidiana denominada *dist.euclidean*, se extrajo la amplitud convexa del parpado, para definir el momento en el que el ojo realiza la acción del guiño, y así mediante la función *cv2.drawContours* dibujar el ovalo color verde como se observa en la figura 1.

Segmentación. Es la técnica que divide en sub partes una imagen, para así extraer las zonas de interés, de esta manera se obtienen las secciones del parpado, del ojo derecho o izquierdo, como se ilustra en la figura 1, (Rodríguez R. a., 2012). (Ricarod Joaquín De Armas Costa, 2018).

Etapa 2. Procesamiento de imagen

Detección de la pupila. El objetivo de este procedimiento es encontrar la localización de los píxeles más oscuros que son la representación de la pupila, para así detectar el punto centro del conjunto de píxeles encontrados, y de esta manera obtener la detección del iris y el punto centro de la pupila, el sistema de reconocimiento dibuja una circunferencia roja sobre el iris cuando esta es detectada.

Mediante las funciones “*ojo_izquierdo= left*” u “*ojo_derecho = right*”, se hizo la elección del ojo a rastrear, de esta manera se parametrizó el mínimo valor de la apertura del parpado obtenido por la distancia euclidiana, con el que se realizó la detección de la pupila. Si el valor hallado es mayor que el parámetro estipulado, la detección del iris se hará efectiva, posterior a ello si el ojo seleccionado realiza el guiño, la apertura será menor al umbral establecido, lo que significará que el usuario está ejerciendo la acción del clic.

La función “*Win32api:mouse_event ()*”, es implementada para la conexión del algoritmo con el sistema operativo “win32”, para otorgar la acción del clic de acuerdo a sus comandos. Cabe decir que el tiempo estipulado del SVA para dar un clic es de 4 segundos.

Al aplicar la función “*b; g; r = cv2: split ()*” se extraen los canales RGB de la imagen que corresponde a la sección del ojo, cuyos valores son invertidos para la adquisición de la imagen en negativo, y se encuentran entre un rango de 0 a 255, donde 0 es el color más oscuro y 255 el más claro (Cristina Pérez-Benito, 2018) Los valores de Red, Green, Blue (R, G, B) se restan mediante las siguientes ecuaciones, $bn = 255 - b$; $gn = 255 - g$; $rn = 255 - r$, donde “bn, gn, rn” son los acrónimos en negativo de cada color.

A la imagen en negativo, se le aplico el procesamiento en escala de grises mediante la función *gray=cv2: cvtColor (negativo; cv2: COLOR, BGR2GRAY)*, para la ecualización del histograma de la imagen que fue obtenida en escala de grises mediante la función *gray = cv2: equalizeHist*, se obtuvo una imagen más clara la cual diferencia los tonos de gris; posterior a ello se aplica el filtro gaussiano medio, al implementar la función *gray = cv2: medianBlur*, que se encarga de suavizar la imagen convirtiendo los píxeles oscuros y claros en colores más intensos, logrando un degrade de colores.

Luego se utilizó el filtro *cv2.threshold*, quien convirtió la imagen en una matriz binaria invertida y segmentando así eficientemente la pupila del resto de la imagen, donde los colores serán solo blancos y negros. Sin embargo, el procesamiento morfológico sigue siendo necesario para eliminar los píxeles que se encuentran fuera de la región de la pupila. Mediante la función *cv2. erode()* se expanden los píxeles que conforman la pupila para la detección, (Ghassan, 2009).

Al aplicar la función *cv2.findContours*, se hallaron los contornos de la imagen en binario, guardando estos valores en un vector, para así, proceder a crear un contador el cual va a recorrer el número de contornos hallados. En una variable *a* se guarda el valor del área de cada uno de los contornos para determinar si la agrupación de píxeles en negro es equivalente a el área total

de la pupila, ya que, si existen segmentos por fuera del área total, se estarían detectando otros patrones que generarían inestabilidad en el proceso de captación. Este proceso se logró mediante la función *cv2: contourArea*.

Finalmente, mediante la función *radio=cv2. minEnclosingCircle ()* se detectan las coordenadas (x, y) y el radio del conjunto de áreas filtradas correspondientes a la detección de la pupila, creado mediante el comando *cv2.circle*, logrando de esta forma el relate de una circunferencia de color rojo sobre la circunferencia del iris, donde se evidencia la detección del iris y la pupila, mientras que el recuadro azul enmarca la sección del ojo a detectar como se observa en la figura 3. En la figura 1 se evidencia el procesamiento realizado para la detección final del iris y la pupila.

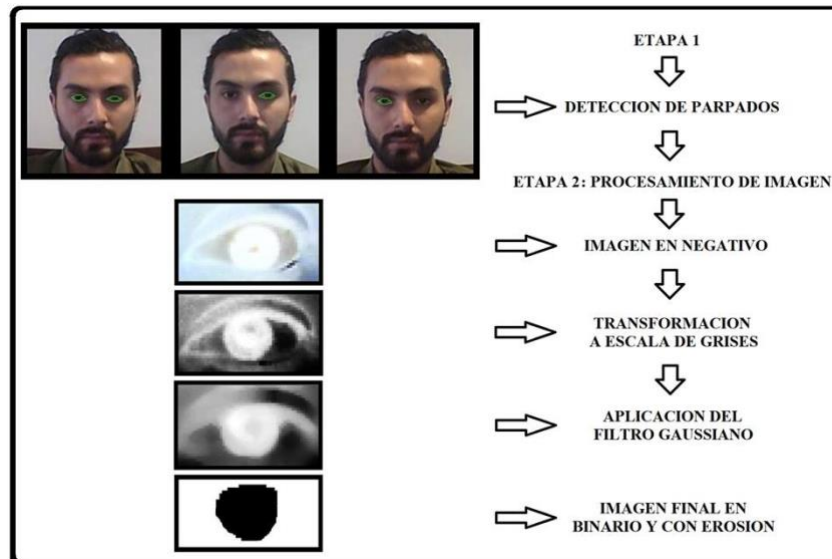


Figura 1: Etapas de detección y procesamiento del área segmentada del ojo.

Escala. La escala para la medición, es la relación que existe entre el área o región que es segmentada, y el área que cumple con dicha división predeterminada, (Camila, 2008). . Debido a esto, la pantalla se segmenta mediante el algoritmo, con recuadros de $1cm^2$ conforme a sus dimensiones, creando así una matriz $rp = [x = 30, y = 18]$, correspondientes a la resolución de la pantalla, dando una proporcionalidad equivalente con las posiciones estándar para el recuadro del ojo. Cabe mencionar que, para la eliminación de errores al efectuar un movimiento diagonal, se limita dicha traslación, en avances verticales y/o horizontales.

Estructura domótica. Se realizó la interacción humano-maquina, figura 2, donde se desarrolló un sistema domótico emulando una habitación acondicionada para personas bajo una situación de discapacidad. El sistema fue controlado mediante un aplicativo software, denominado “*Domotic Interface*”, con un controlador inteligente que se complementa con aparatos eléctricos interconectados,(domiciliaria, 2014).

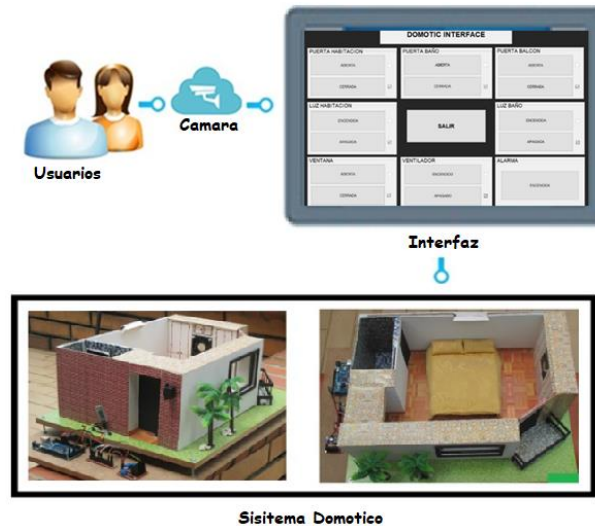


Figura 2: Estructura del sistema de asistencia "sva".

3. Diseños Pruebas y Resultados

Diseño de las pruebas de pre entrenamiento. Las pruebas de pre entrenamiento, fueron implementadas para adaptar al usuario al sistema de visión, antes de proceder a la manipulación del GUI de Matlab. Cada vez que se ejecutó el software del SVA, se ajustó el valor de apertura que posee el ojo de cada uno de los usuarios. Al ejecutar el sistema, el cursor se posicionó automáticamente en el centro de la pantalla sobre la esfera de color verde o roja dependiendo de la prueba, debido al algoritmo. Las pruebas de pre entrenamiento se realizaron de acuerdo a las trayectorias que se muestran en la figura 3, desplazando el cursor mediante la pupila del usuario, hasta efectuar los 6 pasos requeridos.

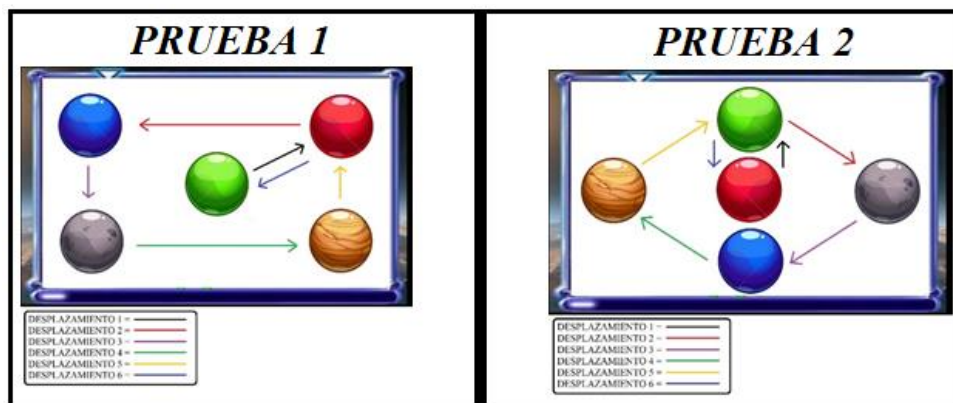


Figura 3: Prototipo del sistema de visión y ajuste del mismo.

Para cada movimiento realizado entre las esferas, se tomaron los tiempos de duración hasta culminar el ciclo y se evaluó de forma check list el posicionamiento del cursor en cada una de las esferas, individualmente cada usuario realizó 7 repeticiones por prueba-

Ajustes del SVA. El sistema de visión expuesto en la figura 4, por sus características de diseño posee una calibración previa respecto a la cámara y el rostro del usuario, ya que esta debe ir coordinada con los parámetros establecidos en el algoritmo. El recuadro rectangular rojo y los recuadros azules evidenciaron la detección de los ojos, en la delimitación verde se fijó el ojo que se rastreó para el movimiento del cursor y el recuadro blanco es el área donde la

pupila fue situada de una manera concéntrica; el objetivo es lograr un ajuste preciso para proceder a manipular el cursor del computador correctamente y obtener los valores de precisión requeridos por la prueba.

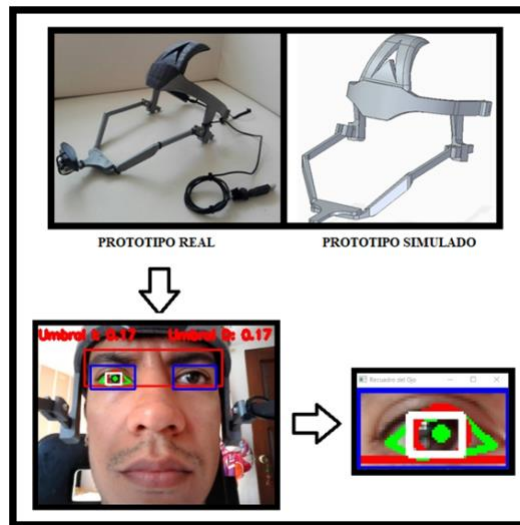


Figura 4: Imagen de las pruebas de entrenamiento 1 y 2.

Diseño de la evaluación del SVA. Se pretendió encontrar los fallos e inconsistencias del sistema. Las pruebas fueron realizadas a 5 usuarios voluntarios, tres en condición de discapacidad motora (cuadriplejía, hemiplejía y diplejía), y dos en estado sano. Para ello se realizaron 2 actividades, verificación y validación, también se realizó una encuesta a cada usuario con el propósito de brindar información descriptiva sobre el prototipo y la prueba.

- Verificación: Esta actividad se encargó de garantizar las especificaciones y requerimientos técnicos del sistema de asistencia en su totalidad, empleando en si el reconocimiento y registro de los problemas que posea el SVA y la aplicación GUI a través de diferentes tipos de inspecciones como las de usabilidad, consistencia y finalmente evaluaciones como la heurística y check list.
- Validación: esta actividad se encargó de demostrar que el prototipo de visión, como el sistema domótico, cumplen su función en condiciones de uso real de manera óptima, en ella se realizan pruebas de logro y extracción de tiempos mediante un plan de pre entrenamiento con dos imágenes de prueba, en las que se evaluó el rendimiento en cuanto al desplazamiento del cursor y la precisión del mismo para finalmente manipular el GUI de Matlab.

La validación del sistema no se pudo realizar a un grupo amplio de personas en situación de discapacidad, por respeto al derecho de la privacidad, condición física y condición emocional; por otro lado, para acceder a estas personas se requiere en la mayoría de los casos, de una autorización médica que implica la ética del profesional.

Resultados del sistema de Visión. Al adquirir los resultados de tiempo por cada usuario, se procedió a realizar la sumatoria para la extracción del promedio de los tiempos para cada uno de los 6 desplazamientos de la figura 4, establecidos para la prueba 1 y 2, logrando así, obtener finalmente la sumatoria de los tiempos de recorrido por cada individuo, como se evidenciará en las siguientes figuras.

Se obtuvieron los tiempos promedio y las variables de tiempo máximo, mínimo, la mediana y los percentiles de desplazamiento de la primera prueba de los 5 usuarios, comparando así su efectividad y destreza con el sistema.

Análisis de datos prueba 1.

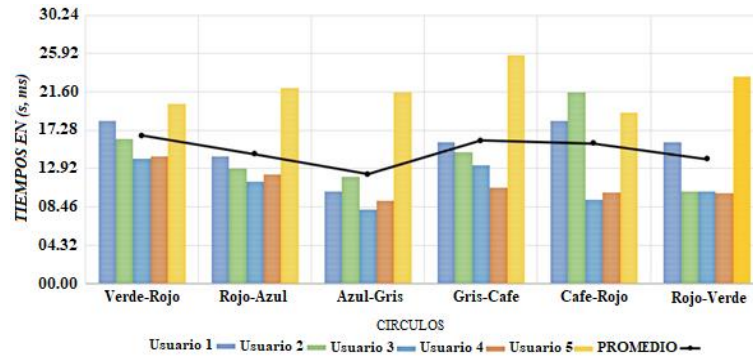


Figura 5: Grafica de los tiempos promedio, del pre entrenamiento 1.

En la figura 5, se puede observar que los usuarios 2, 3 y 4 manipularon el movimiento del cursor con una mayor destreza, en cada uno de los recorridos establecidos, mientras que los usuarios 1 y 5, quienes están en condición física sana, demoraron más tiempo debido al movimiento de su cabeza, ya que no se adaptaron bien al sistema, cabe mencionar que el usuario 2 en el desplazamiento del círculo café al rojo, demora mayor tiempo con respecto a sus demás desplazamientos.

En la figura 6 se establece el análisis de los valores del máximo tiempo y el mínimo tiempo, se procede a graficar los percentiles del 25 %, el 50% y el 75% con sus respectivos márgenes de error o bigotes.

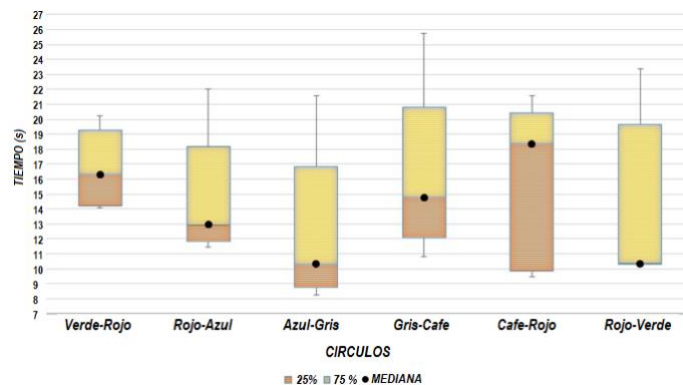


Figura 6: Grafica de bloques 1.

Se puede observar que en la mayoría de las transiciones, la parte superior de los tiempos comprendidos entre el 50% y el 75% de los usuarios, son más dispersos que en la parte inferior, en otras palabras, los datos de tiempo se encuentran muy separados entre sí, a diferencia de la transición del círculo café al círculo rojo, debido a que, en este caso la parte superior o tiempos comprendidos entre el 25% y el 50%, son más dispersos respecto a los datos de tiempo tomados. Al comparar los bigotes inferiores o márgenes de error inferiores con los superiores, se observa que los bigotes inferiores son más cortos, debido a que la concentración de los datos,

es mayor en el 25% de los tiempos obtenidos, definiendo este grafico como asimétrico por su concentración y dispersión.

Análisis de datos prueba 2.

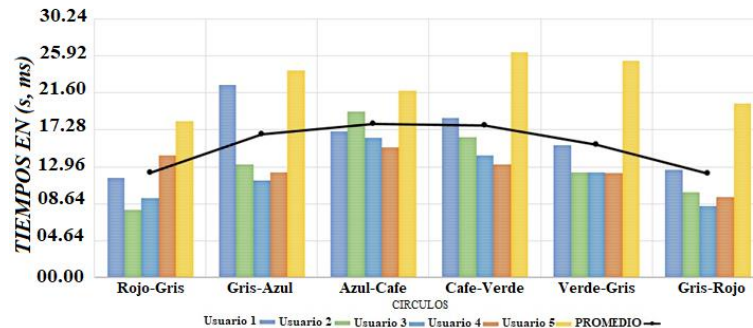


Figura 7: Grafica de los tiempos promedio, del pre entrenamiento 2.

En la figura 7, se puede observar que de cinco usuarios que realizaron la prueba, entre tres y cuatro usuarios manipulan el movimiento del cursor con mayor destreza, en cada uno de los recorridos establecidos, resaltando que en el pre entrenamiento 2, la agilidad y eficacia de los usuarios fue similar, cabe mencionar que los usuarios presentaron mejor destreza en la manipulación de la prueba de pre entrenamiento 1.

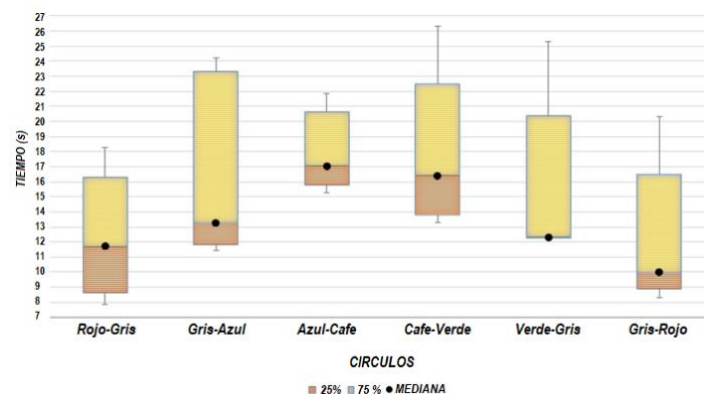


Figura 8: Grafica de bloques 2.

En la figura 8, se puede observar que, en todas las transiciones la parte superior de los tiempos comprendidos entre el 50% y el 75% de los usuarios, son más dispersos que en la parte inferior, en otras palabras, los datos de tiempo se encuentran muy separados entre sí. Al comparar los bigotes inferiores o márgenes de error inferiores con los superiores, se observa que los bigotes inferiores son más cortos, debido a que la concentración de los datos, es mayor en el 25% de los tiempos obtenidos, ya que no todos los usuarios tardaron el mismo tiempo en completar cada una de las diferentes transiciones, de esta manera, la gráfica se puede definir como asimétrica, debido a su concentración y dispersión.

Resultado y pruebas de la interfaz gráfica de usuario (GUI). Luego de establecer el análisis de los requerimientos mencionados anteriormente, se desarrolló un aplicativo software con el nombre de “DOMOTIC INTERFACE” basado en el entorno grafico GUI de Matlab. Se realizó una prueba de validación para la interfaz GUI en la que los usuarios debían acertar en

cada uno de los botones establecidos en la interfaz de la figura 2, evaluando de modo check list si el usuario acertó o no en cada uno de los botones.

Los usuarios encuestados para la validación del SVA, lograron el objetivo de posicionar el cursor en cada uno de los botones establecidos por la prueba en la interfaz GUI, presentado un funcionamiento apropiado para el uso de las personas en condición de discapacidad motora en miembros superiores e inferiores, como también en personas en condición física sana.

Evaluación del impacto del sistema de asistencia basado en visión "SVA". Los usuarios voluntarios, presentaron una encuesta de satisfacción para el SVA, la cual comprendía preguntas de comodidad, conformidad, funcionalidad del sistema etc. Por la que se obtuvieron los porcentajes calificativos, mediante la suma del número de personas que estimaron los diferentes valores que hay entre 1 y 5, es decir el número de personas que calificaron 5, 4, 3, 2 y 1, en cada pregunta, dividiendo ese valor, por la sumatoria de la cantidad de usuarios. Teniendo en cuenta los rangos de calificación, donde 1 es muy bajo y 5 es muy alto, se calculó el valor porcentual de la encuesta realizada, obteniendo la siguiente gráfica:

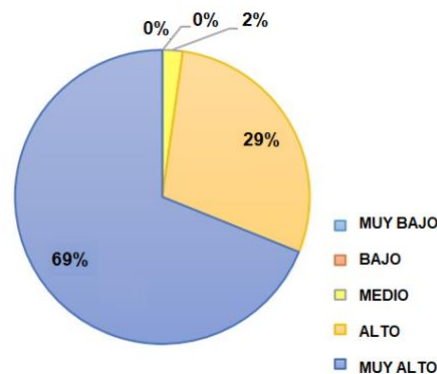


Figura 9: Evaluación del impacto del sistema. Fuente propia.

En la figura 9, se puede observar que el 69% de las calificaciones obtenidas, equivalen a una valoración muy alta, el 29% a una valoración alta y que solo el 2% de las calificaciones estadísticas demuestran una valoración media; debido a que uno de los usuarios que se encuentra en condición física sana, concluyo en la encuesta, que el sistema cumple y se acopla a las expectativas de las personas que se encuentran bajo alguna situación de discapacidad motriz.

Discusiones

A continuación, se exponen algunas de las comparaciones que se obtuvieron con otros prototipos de asistencia, similares al propuesto por esta investigación, para el análisis de los resultados obtenidos mediante una síntesis de conclusiones.

1. En (Itás Mazón, 2015), el autor del sistema para la manipulación del cursor del pc atreves del movimiento ocular, obtiene como resultados la implementación de una cámara web acoplada a una gorra, la cual le permitió posicionar de forma directa la detección del ojo, teniendo en cuenta que, si la inclinación cambiaba o el ángulo de posición era diferente a 0 grados, el movimiento del puntero del mouse seria influenciado gravemente al realizar detecciones involuntarias. A diferencia del prototipo de la presente investigación, debido a que la cámara no obstaculiza la visualización del usuario en la pantalla del pc, ya que no se encuentra directamente frente a los ojos, puesto que este se desarrolló de tal forma, que el usuario interactuara fácilmente con la interfaz gráfica.

Otra de las problemáticas del autor, fue que la detección fallaba debido a influencias de maquillaje en el rostro de una persona, y esto se debe al no delimitar las detecciones de acuerdo a las segmentaciones, a diferencia del prototipo de este estudio, en el que se eliminaron estos fallos, al condicionar la detección mediante la apertura del ojo, lo que significa que, si el ojo se encuentra abierto detecta la pupila, de lo contrario no abra detección.

El autor manifestó que, en su prototipo por problemas de delimitación de las coordenadas horizontales y verticales, no implemento la función "*Findcountours de OpenCV*", manipulando así una función que consume más recursos en el computador, ralentizando de esta manera el sistema de asistencia, debido al aumento de procesamiento de datos; a diferencia del prototipo realizado mediante esta investigación que si manipulo la función "*Findcountours*", ya que las mismas propiedades de "*OpenCV*" permiten la captación, el cálculo y la delimitación de las coordenadas de cualquier figura geométrica requerida, en este caso con la función "*cv2.minEnclosingCircle*", que es la que se encarga de hallar el radio y las coordenadas de la circunferencia de la pupila del ojo rastreado.

Un aporte significativo propuesto en (Itás Mazón, 2015), fue que el autor implemento una modificación en el lente de la cámara, al convertirla en infrarroja para la adaptación de vision nocturna, permitiendo de esta manera una mejor detección de la pupila, eliminando la interferencia generada por la influencia de luz, a diferencia de la cámara implementada en el prototipo de esta investigación, ya que esta no cuenta con la característica de visión nocturna.

2. En (Zambrano, 2009), la autora trabajo con una webcam ordinaria de baja resolución para el trabajo nominado, "mouse para personas con discapacidad motriz", que es manipulado mediante la cabeza, en el que la autora manifiesta presentar problemas de luminosidad debido a la resolución de la cámara implementada, es por ello que para el sistema implementado en esta investigación, se utilizó una cámara de alta definición, ya que no solo reduce los problemas de luminiscencia considerablemente al obtener un menor margen de error, si no que mejora las características de la imagen al permitir un procesamiento adecuado y de este modo una mejor detección .

Otra de las problemáticas de este prototipo, es que la autora implementó un sistema mediante el software de Matlab, obligando al usuario a encontrarse siempre frente a un computador para poder utilizarlo, a diferencia del prototipo desarrollado por esta investigación, debido a la fácil portabilidad del software Python mediante una Raspberry pi.

3. En (B. Medina, 2017), el autor diseño un sistema de seguimiento ocular nominado "sistema de apoyo para pacientes con discapacidad motriz mediante una interfaz humano – computadora controlado por movimientos oculares" en el que afirma robustez de acuerdo a los movimientos involuntarios generados por la cabeza, es decir que no presenta ningún error en la detección de la pupila si la cabeza se mueve; cabe mencionar que en el sistema desarrollado para esta investigación, el sistema de detección tampoco presenta errores por los movimientos de la cabeza, ya que el sistema de captación se encuentra fijo debido al prototipo diseñado, ver figura 4.

El autor uso una cámara web de bajo costo para la implementación de prototipo, la cual es sensible a los cambios de iluminación, por este motivo, se vio obligado a trabajar bajo un ambiente con luz tenue, para así lograr un correcto funcionamiento, es por eso que para estos sistemas de detección se debe trabajar con cámaras de alta definición, enfoque automático y ajuste de brillos y contrastes, para eliminar en lo posible el margen de error que presenta el sistema por la intensidad de luz en un ambiente, como se logra en este prototipo.

Un aporte significativo del prototipo expuesto en (B. Medina, 2017), es que, en el sistema se delimitaron las dimensiones de la pupila mediante una condición, que calculó el área circular detectada, para así generar la acción del clic con borde a un umbral de dimensión, además de

eliminar las detecciones falsas al sobrepasar dichos límites de acuerdo a la apertura del ojo. Condición que se aplicó similarmente en el prototipo desarrollado para esta investigación.

4. Conclusiones

El sistema de asistencia sirve como dispositivo apuntador, permitiendo controlar el cursor del computador mediante los ojos de una persona en situación de discapacidad, para el control eléctrico en un diseño domótico a escala, cumpliendo con el objetivo general del proyecto que es evaluar el impacto que brinda un sistema basado en visión, frente a personas que padecen discapacidad motora.

El SVA, desarrollado en este trabajo de grado puede ser una alternativa sencilla y efectiva para realizar maniobras de asistencia a personas en condición de discapacidad motora en su vida habitual; Como resultado final del proceso de aprendizaje, en esta investigación queda la satisfacción de lograr culminar el proyecto, al aplicar lo aprendido en nuestra institución, generando un aporte tecnológico y metodológico en bien de la calidad de vida a personas en situación de discapacidad, influyendo positivamente en su condición emocional.

A continuación, se presentan una serie de conclusiones concretas a partir de los resultados obtenidos en este estudio:

-Gracias al software de Matlab, se logró desarrollar el algoritmo de la fase domótica que da pie a la interacción del aplicativo GUI con el SVA, el cual, cumple como objetivo la activación y desactivación de los sistemas eléctricos de la interfaz, mediante comandos específicos debido a la interconexión serial entre Matlab y Arduino.

-En el algoritmo de reconocimiento que se desarrolló mediante el software de Python, se implementaron kernel específicos que dan pie al funcionamiento adecuado del sistema, tales como el Dlib, OpenCV, imutils, scipy, win32api y win32con, siendo estos los que permiten complementar y efectuar el reconocimiento de la pupila, para ejercer el desplazamiento del cursor y la generación del clic, mediante el guiño del parpado.

-Para el desarrollo del SVA propuesto por esta investigación, no es necesario la implementación de una cámara sofisticada, ya que el tratamiento de las imágenes y la captación se pueden lograr de una manera efectiva con una cámara económica y sin restricción de acceso; cabe decir que una cámara en general, se va a encontrar afectada por la intensidad de luz que se encuentre en el ambiente, ya que el lente de la cámara al exponerse en contra luz, podría ocasionar fallas de detección.

-El sistema de asistencia capta en tiempo real el movimiento ocular, otorgando de esta manera la manipulación del cursor a través de las coordenadas específicas de la pupila, las cuales, al ser sobrepasadas por un rango delimitado, permiten el movimiento del cursor paso a paso mediante una cuadrícula, este sistema es apto para personas que no poseen la habilidad de mover sus miembros superiores o inferiores, como también, para personas que no tienen ningún inconveniente en su condición física.

-Por medio de un algoritmo específico que se encuentra en la tarjeta de Arduino, se logró la lectura de los comandos de Matlab, proporcionando de esta manera el control de la activación y desactivación de las luces, el ventilador, la ventana y las puertas, para aquellos usuarios que interactúen con el entorno del sistema.

-El prototipo de asistencia desarrollado en este estudio, brinda a personas con discapacidad motora en miembros superiores e inferiores, la posibilidad de un aumento en la inclusión social, al generar un impacto no solo en personas que se encuentran en situación de discapacidad, al cumplir satisfactoriamente sus expectativas, sino también a personas en condición física sana.

Trabajos futuros

-Realizar la implementación del SVA y el aplicativo GUI, bajo un solo lenguaje de programación.

-Implementar una cámara infrarroja de mayor definición, para así poder adquirir mejor la detección del ojo, ya sea con luz o en ausencia de luz.

-Implementar un aplicativo que permita por medio del SVA, la manipulación de un teclado digital predictor, para la traducción de palabras mediante el narrador de voz del pc, y así las personas que se encuentran bajo un procedimiento de traqueostomía o en situación de discapacidad como cuadriplejía, puedan comunicarse.

-Validar el sistema mediante una evaluación médica.

Agradecimientos

Agradecemos primordialmente a Dios, porque es el ser que nos rige, nos brinda la vida y nos da la oportunidad de estar en este punto, a nuestros padres Mario Pérez Molano, Blanca Lida Valencia Capote, Oscar Sarzosa Pino y Patricia Cerón López, ya que sin ellos sería imposible lograr esta meta, además de tener su apoyo económico y emocional, también a nuestras hermanas, Ingrid Pérez Valencia, Jessika Sarzosa Cerón y Natali Sarzosa Cerón, por acompañarnos y ayudarnos en este arduo proceso, a nuestras compañeras de vida Valeria Flórez Muñoz y Tatiana Navia Molina, quienes son nuestras fuente de inspiración, nos brindan apoyo, ánimo y perseverancia, para salir adelante y a Julieta Sarzosa Navia quien es uno de los motores fundamentales para cumplir y culminar cada propósito.

Agradecemos a la Corporación Universitaria Autónoma del Cauca por permitirnos adquirir conocimientos que nos serán útiles para la realización de nuestra vida profesional y en especial a los ingenieros John Robert Muñoz Chávez y Juan Pablo Diago Rodríguez por la paciencia, dedicación y el habernos guiado en el proceso de desarrollo de esta investigación.

Bibliografía

- B. Medina, A. R.-R. (2017). Sistema de Apoyo para Pacientes con Discapacidad Motriz Mediante una Interfaz Humano-Computadora Controlada por Movimientos Oculares. En *Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica* (Vol. 3, pág. 4). San Luis Potosí. Obtenido de <http://memorias.somib.org.mx/index.php/memorias/article/view/42>
- Camila, S. D. (2008). Escala (cartográfica). *Chile: editorial Saint Thomas*.
- Christos Sagonas, G. T. (2013). 300 faces in-the-wild challenge: The first facial landmark localization challenge. En *2013 IEEE International Conference on Computer Vision Workshops* (pág. 7). IEEE XPLORE. Obtenido de http://openaccess.thecvf.com/content_iccv_workshops_2013/W11/papers/Sagonas_300_Faces_in-the-Wild_2013_ICCV_paper.pdf
- Cristina Pérez-Benito, S. M. (2018). Determinación de componentes conexas en el análisis de zonas homogéneas y de detalle en imágenes a color. En U. P. València, *Modelling in Science Education and Learning* (Vol. 11, pág. 9). Valencia: Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada. doi: 10.4995/msel.2018.7784
- domiciliaria, I. d. (2014). Internet de los objetos empleando arduino para la gestión eléctrica domiciliaria. *Revista Escuela de Administración de Negocios*(77), 16. Obtenido de <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/813>

- Emanuel G. Aguirre, P. A. (2007). Firmware para dispositivo esclavo USB de Clase HID. *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco*, 9. Obtenido de <http://www.cneisi.frc.utn.edu.ar/papers/3642e51321ca65a8eeead6a302e.pdf>
- Fernández, F. J. (2009). *Reconocimiento de objetos en una cocina con una webcam*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid - Departamento de Informática. Obtenido de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/10007/PFC_FranciscoJavier_Garcia_Fernandez.pdf?sequence=3
- Ghassan, J. a.-K. (2009). A new localization algorithm for iris recognition. *Information Technology Journal*, 2(8), 6. Obtenido de <http://www.docsdrive.com/pdfs/ansinet/itj/2009/226-230.pdf>
- Intel. (2018). *OpenCV*. Obtenido de <https://opencv.org/>
- Itás Mazón, K. S. (2015). Implementación de un sistema para el manejo de mouse de un PC a través del movimiento ocular. 90. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11353/1/T-ESPE-048973.pdf>
- Juliet Díaz Lazo, M. A. (2 de Diciembre de 2011). IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TIC) PARA DISMINUIR LA BRECHA DIGITAL EN LA SOCIEDAD ACTUAL. *Scielo*, 32(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362011000100009&fbclid=IwAR3luod-b8bgngYmDoZ-cIERnoLGaplW3u4AinFOOWFDRtkgXx5sxwf_I
- M.Sc Jimmy Alexander Cortés Osorio, M. S. (2011). TÉCNICAS ALTERNATIVAS PARA LA CONVERSIÓN DE IMÁGENES A COLOR A ESCALA DE GRISES EN EL TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES. *Scientia et Technica*, 1(47), 6. Obtenido de <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/viewFile/533/263>
- MinSalud - Gobierno de Colombia. (25 de Marzo de 2014). *Ministerio de Salud y Protección Social*. Obtenido de MinSalud: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/DisCAPACIDAD.aspx>
- Morales, R. R. (2012). Procesamiento y análisis digital de imágenes. Alfaomega.
- MsC. Isabel Adela Vigil Zulueta, D. C. (Enero de 2013). Enfoque bioético de la discapacidad y calidad de vida. *Scielo*, 17(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192013000100018&fbclid=IwAR0YvQYSEvBSYEnlvIm8572Y2mU5PMQGE mQ9GpsRfBn8n17y9Ea4Ch3ncm8
- Ramanan, X. Z. (2012). Face Detection, Pose Estimation, and Landmark Localization in the Wild. En *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2012 IEEE Conference on*. IEEE Conference. Obtenido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.661.3510&rep=rep1&type=pdf>
- Ramírez, D. B. (Agosto de 2006). *DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO DE SEÑALES*. Obtenido de National University of Mexico: <http://verona.fi-p.unam.mx/boris/>
- Ricarod Joaquín De Armas Costa, S. V. (2018). La transformada de Radon aplicada a la segmentación de imágenes digitales en escala de grises. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 17(32), 14. Obtenido de <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/1794/2183>
- Rodríguez, R. a. (2011). Procesamiento y análisis digital de imágenes. *Ra-Ma Ed.: Madrid, España*.

- Rodríguez, R. a. (2012). Image segmentation via an iterative algorithm of the mean shift filtering for different values of the stopping threshold. *International Journal of Imaging and Robotics*, 7(1), 16.
- Zambrano, D. P. (2009). MOUSE PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTRIZ. *Escuela Politécnica Nacional*, 151. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/41462116.pdf>

Capítulo 9: Asistente de identificación 2D de formas y posición de objetos para personas con discapacidad visual

Arturo Victoria Rincón, Iván Felipe Rojas Téllez, Jimmy Alexander Cortes Osorio
Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira, Colombia

Sobre los Autores

Arturo Victoria Rincón: es Ingeniero Mecatrónico de la universidad tecnológica de Pereira desde 2017. Miembro del semillero de robótica aplicada del Grupo GIRA reconocido por Colciencias. Sus intereses de investigación actuales incluyen el procesamiento de imágenes, visión artificial, aprendizaje automático e instrumentación y medición.

Correspondencia: arvicrin@utp.edu.co

Iván Felipe Rojas Téllez: originario de Roldanillo, Valle del Cauca. Es Ingeniero Mecatrónico de la universidad tecnológica de Pereira desde 2017. Miembro del semillero de robótica aplicada del Grupo GIRA reconocido por Colciencias. Sus intereses de investigación actuales incluyen el procesamiento de imágenes, visión artificial, aprendizaje automático e instrumentación y medición.

Correspondencia: rti_ivan@utp.edu.co

Jimmy Alexander Cortes Osorio: nació en Pereira, Colombia, en 1968. Recibió el B.E. (Licenciatura en Ingeniería) licenciada en Ingeniería Eléctrica y el M.S. (Maestría en Ciencias) grado en Instrumentación Física de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), en 1999 y 2009, respectivamente. Desde diciembre de 2003, comenzó a trabajar para el Departamento de Física en la UTP como profesor. Se convirtió en profesor titular en 2013. Además, desde 2014, ha cursado un doctorado en ingeniería de automatización en la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), Campus Manizales. Sus intereses de investigación actuales incluyen el procesamiento de imágenes, análisis de movimiento de imágenes, visión artificial, aprendizaje automático e instrumentación y medición. Es parte de la Sociedad de Matemáticas Industriales y Aplicadas (SIAM) y del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos como miembro afiliado.

Correspondencia: jacoper@utp.edu.co

Resumen

Actualmente, los métodos de reconocimiento y aprendizaje de las personas con discapacidad visual son estáticos y lentos pues la información tiene que estar en un lenguaje codificado para ellos. No obstante, el mundo que nos rodea cambia o se actualiza de forma constante y la gran mayoría de información no está codificada al instante para que ellos tengan fácil acceso a ella. Por lo anterior, se creó un prototipo llamado “DOMAS” que codifica formas, figuras y posición, poco más o menos en tiempo real, de objetos visualizados por medio de una cámara de video y los decodifica en forma de vibración, por medio de una matriz de micromotores. Como resultado, se obtuvo que la línea vertical, el punto y el espacio vacío son figuras con una sensibilidad por encima del 70%. Además, se logró una tasa de verdadero positivo de más de 70% para identificar la posición de las figuras.

Palabras clave: *Visión por computadora, discapacidad visual, herramientas de movilidad asistida.*

Assistant of 2d identification of shapes and position of objects for people with visual impairment

Abstract

Currently, the methods of recognition and learning of people with visual disabilities are static and slow because the information has to be in a language coded for them. However, the world around us changes or updates constantly and the vast majority of information is not encoded instantly so that they have easy access to it. Due to the above, a prototype called "DOMAS" was created that codifies forms, figures and position, more or less in real time, of objects visualized by means of a video camera and decodes them in the form of vibration, by means of a matrix of micromotors. As a result, it was obtained that the vertical line, the point and the empty space are figures with a sensitivity above 70%. In addition, a true positive rate of more than 70% was achieved to identify the position of the figures.

Keywords: *Computer vision, visual impairment, assisted mobility tools.*

Introducción

Es un hecho que el aprendizaje visual es uno de los métodos más importantes, hoy en día, para adquirir información del medio que nos rodea, y la incapacidad para desarrollarlo genera grandes dificultades a la hora de llevar a cabo múltiples labores en el día a día de las personas. Desde tareas esenciales como el desplazamiento hacia lugares de estudio y trabajo, la realización de diligencias o regresar al hogar, hasta actividades articulares como leer, escribir, estudiar y conocer diferentes patrones se presentan como uno de los mayores retos para personas con discapacidad visual (Cabrera Iñiguez y Montaña Lozano, 2013). Dado lo anterior, se pone en evidencia la necesidad que tienen las personas con discapacidad visual de suplir falencias en el reconocimiento de objetos, dando origen a una pregunta transversal, ¿Es posible realizar un prototipo de sistema que identifique formas, figuras y posición de objetos para personas con discapacidad visual?

Globalmente, hay aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual donde 39 millones de ellas son ciegas ("Ceguera y discapacidad visual", 2018). El 20% de las personas ciegas en el mundo se encuentran en la India (Noorithaya, Kumar y Sreedevi, 2014). Es por esto que allí, se han desarrollado múltiples soluciones a las necesidades de las personas con discapacidad visual. En 2011, se desarrolló una ayuda electrónica de navegación donde se detectaba y reconocía, por medio de un sensor de ultrasonido y una cámara USB, obstáculos humanos (Kumar, Patra, Manjunatha, Mukhopadhyay y Majumdar, 2011). En 2013, Singhal, Kaur y Yadav, elaboraron una ayuda inteligente que proporciona al invidente información como fuego, camino resbaladizo, registro de agua, interruptores de velocidad, postes, etc. por medio de audios. Sourab, Ranganatha Chakravarthy H.S y D'Souza, (2015) y Noorithaya et al. (2014), desarrollan sistemas de navegación asistidas por voz, donde se integraba un bastón con sensor de ultrasonido y un parlante MP3 para el asistente guía, que detectaba obstáculos. Estos

dispositivos tienen una pequeña falencia, inhabilita el sentido de audición pues proporciona la información de los obstáculos por medio de guías parlantes.

En Latinoamérica países como Venezuela, Perú, Ecuador, Argentina, Brasil, Colombia, entre otros, se han interesado en crear soluciones para la movilización de personas con discapacidad visual como lo son el bastón blanco electrónico desarrollado por De Ascencao y Martínez, (2018), Quezada Castillo, (2014) y la navegación de robots móviles utilizando un sensor Kinect como lo desarrollo Correa et al., (2012) Todos estos dispositivos creados en Sudamérica son ayudas para la navegación y la orientación del individuo, pero ninguno se centra en el reconocimiento de las formas de los obstáculos.

En Colombia se estima que el número de personas con limitación visual es de 1.1 millones, y la tasa nacional es de 28 por cada 1000 habitantes, según la información adquirida de REDATAM del Censo nacional de población 2005 ("Estudios del censo del DANE", 2015). Las tareas de movilidad y navegación, especialmente en exteriores, son unas de las dificultades más comunes, como se evidenció en la encuesta realizada a la fundación CORPOVISION, que deben afrontar estas personas en su vida cotidiana siendo limitadas tanto en su vida social como profesional.

Diferentes ingenieros colombianos, han destacado por la creación de equipos y dispositivos que hacen que las personas con algún tipo de discapacidad puedan tener una vida más tranquila en el ámbito social. Un claro ejemplo de ellos es IRIS ("IRIS y los ciegos verán ...", 2019). Un prototipo de un periférico USB que representa imágenes mostradas en la pantalla de un computador, está enfocado a personas con limitaciones visuales, quienes pueden interpretarlas a través del tacto. Por otra parte, jóvenes investigadores y semilleros de investigación han abordado esta temática tecnológica, apoyados por diferentes universidades y entidades gubernamentales para incrementar el desarrollo de tecnología que permita la igualdad de movilidad a las personas con limitaciones visuales. Tal es el caso de Alejandro Velásquez, un niño pereirano que, a sus 10 años, ideó un prototipo de bastón electrónico con el que buscaba beneficiar a la comunidad sordociega ("En Pereira, niño desarrolló bastón electrónico para ciegos", 2016), Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, las invenciones actuales en Colombia orientadas a solucionar esta problemática no son lo suficientemente desarrolladas, carecen de patentes o son de alto costo para su adquisición.

Así mismo, Aux Deco (Perdomo, 2016); dispositivo que permite a las personas con discapacidad visual (ciegas y de baja visión) identificar objetos mediante sensibilidad sensorial, ha sido una gran ayuda para centros de rehabilitación y acogimiento para personas con limitación visual como INCI (Instituto Nacional para ciegos), puesto que el dispositivo sirve para detectar objetos y evitar obstáculos mediante microelectrodos lo que aumenta la autonomía de las personas con discapacidad visual. A pesar de este acontecimiento, Aux Deco aún no se encuentra en el mercado nacional, por lo cual no se conoce el costo y solo algunas personas del INCI tienen acceso a él, lo que significa que aún resta tiempo para que las personas puedan disfrutar de este dispositivo.

Para llegar a un resultado concreto del planteamiento realizado, en el presente documento se detalla el proceso de diseño, construcción y el rendimiento del prototipo de "DOMAS", por sus siglas en inglés (Detection, Orientation and Mobility Aid System) y en español (Sistema de Ayuda para la Orientación, Detección y Movilidad), que es un sistema capaz de identificar formas, figuras y posición mediante un grupo de instrucciones específicas (vibraciones), como lo hace Rojas Téllez y Victoria Rincón, (2018), qué le indicará a la persona con discapacidad

visual que figura tiene el objeto que se encuentra al frente de él y en qué posición está ubicado dejando libre el sentido de la audición para cualquier otro estímulo en el ambiente.

1. Metodología

1.1 Análisis de la encuesta aplicada en la fundación CORPOVISIÓN

Para establecer las características y requerimientos de DOMAS, se necesitó hacer una encuesta a la población beneficiada por este proyecto. Así pues, se hizo un acercamiento a la fundación CORPOVISIÓN que se encuentra en la ciudad de Pereira-Risaralda.

La encuesta realizada por Rojas Téllez y Victoria Rincón, (2018) tuvo lugar el 20 de septiembre del 2017 a 20 personas, miembros de CORPOVISIÓN, con discapacidad visual entre los 21 y los 60 años. El 40% de estas personas eran mujeres y el 50% de la población encuestada no contaba con trabajo. La mayoría de los integrantes de la fundación eran de escasos recursos pues la mitad de ellos no tenían trabajo y el 60% de los que trabajaban ganaban menos de 1 salario mínimo (Figura 1).

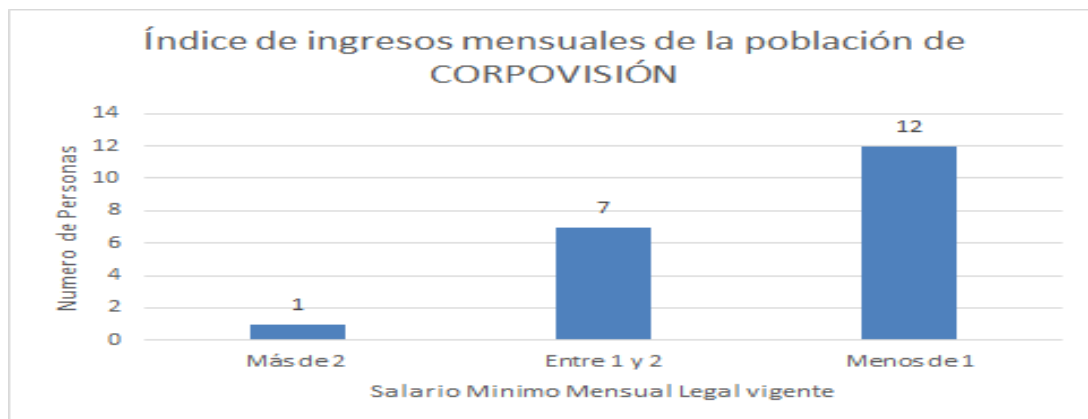


Figura 1. Índice de ingresos mensuales de la población de CORPOVISIÓN.

Fuente: Elaboración propia.

El 65% de estas personas tenían ceguera total. Pero, esto no era un impedimento para salir a la calle diariamente y hacer sus que hacerles. Todas estas personas contaban con una herramienta fundamental como el bastón el cual les permitía conservar la orientación en el desplazamiento de un lugar a otro. En la Figura 2. se puede apreciar que el bastón era la forma más útil y económica que se había encontrado para ayudar de manera efectiva a las personas invidentes.

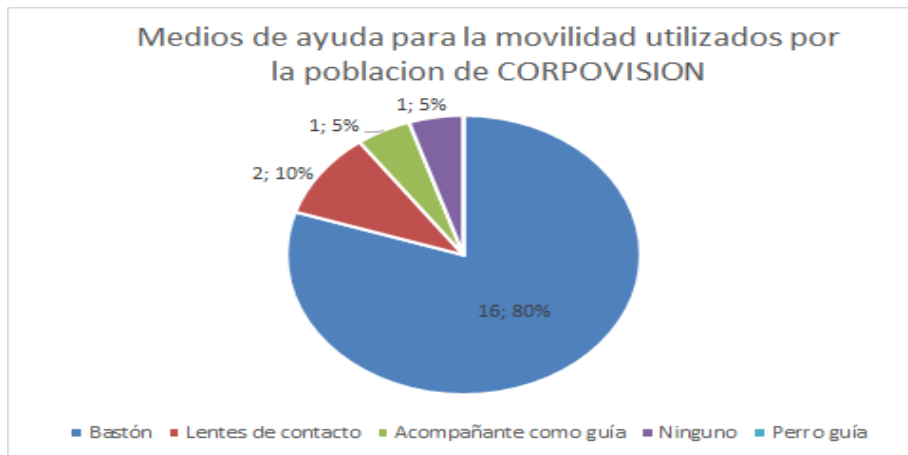


Figura 2. Índice de utilización de herramientas por parte de las personas de CORPOVISIÓN.

Fuente: Elaboración propia.

Una de las mayores dificultades que tenían las personas con discapacidad visual que salía constantemente a recintos abiertos era la imposibilidad de cruzar las calles de manera autónoma pues no percibían que había en el exterior que les pudiera hacer daño (Figura 3). Así mismo, la dificultad de tomar una ruta específica de bus que los transportara de un lugar a otro en la ciudad.

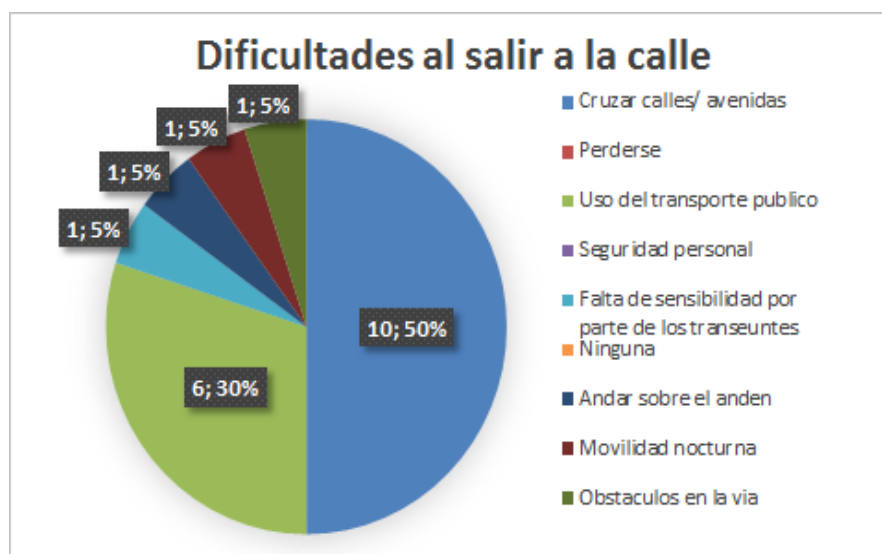


Figura 3. Índice de dificultades al salir a la calle de las personas de con discapacidad visual.

Fuente: Elaboración propia.

1.2 Especificaciones y requerimientos de domas

Para los requerimientos del prototipo se les pidió a los encuestados opinar acerca de las funciones que les gustaría que tuviera un sistema de guía para su movilidad. A continuación, se mostrará una lista con especificaciones generales que las personas de CORPOVISIÓN sugirieron para este proyecto.

- Identificador de obstáculos, formas, buses y rutas.
- Leer textos.

- Indicador para caminar en línea recta.
- Dispositivo pequeño.
- Voz indicadora de obstáculos y letras.
- Accesible de 50 mil a 100 mil pesos.
- Dispositivo para salir de noche.
- Indicador de semáforo.
- Dispositivo que anuncie el peligro.
- Indicador sonoro para buses.
- Indicador de obstáculos próximos en el área de la cabeza.

Una vez analizados los requerimientos de las personas y los datos arrojados por la encuesta se concluyeron que todas ellas necesitan un dispositivo que identifique formas, figuras y posición además que sea asequible económicamente. Por lo tanto, las especificaciones y requerimientos de DOMAS son las siguientes:

- Identificar formas y figuras.
- Identificar posición.
- Cómodo.
- Bajo costo.

1.3 Diseño conceptual

1.3.1 Diagrama de flujo del funcionamiento del prototipo

Mediante los siguientes esquemas, se logró representar el funcionamiento del prototipo DOMAS, el cual se compone de dos etapas, la primera constituida por la visión por computadora donde se hace el tratamiento de la imagen (Figura 4) y la segunda por la parte electrónica que ejecuta las decisiones tomadas en la programación del dispositivo (Figura 5).

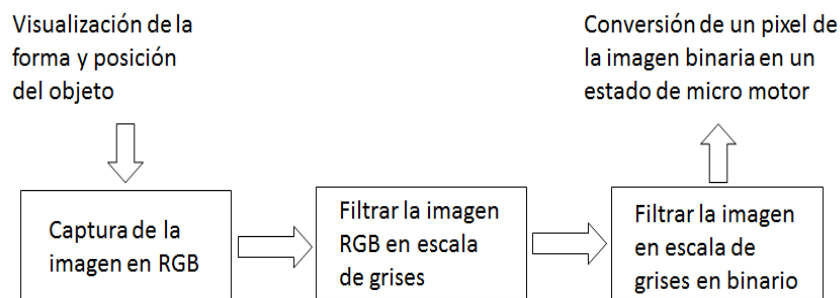


Figura 4. Diagrama de flujo del tratamiento de la imagen.

Fuente: Elaboración propia.

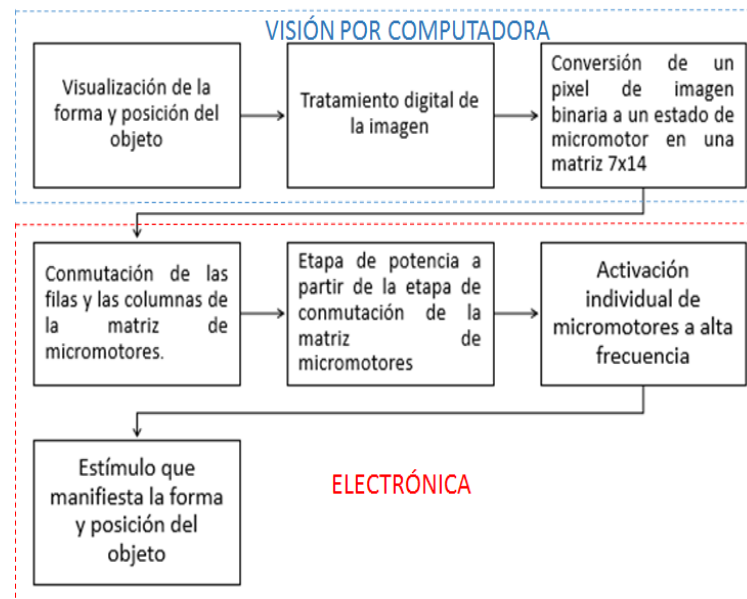


Figura 5. Diagrama de flujo General del funcionamiento del prototipo.
Fuente: Elaboración propia.

1.3.2 Captura y tratamiento de la imagen

Para la captura de la imagen se utilizó el módulo de cámara de la **RASPBERRY PI 2 MODEL B+**. Esta cámara cuenta con 5 Megapíxeles de resolución, tiene unas dimensiones de 2x2x1 cm y pesa 50g lo que hace de este dispositivo esencial para el prototipo por su tamaño y peso tan reducido.

La cámara se configuró para grabar con 30 fps a una resolución de 7x14 píxeles. Esto se hizo para que la conversión de píxeles a micromotores tuviese una relación directa, es decir que, cuando se tenga un pixel negro se encienda un micro motor. Además, con estas características de video se asegura que se trabaje con un retraso de menos de 1 segundo. Para visualizar la imagen y facilitar al instructor el poder ver el obstáculo, forma o figura que la persona con discapacidad visual percibe del exterior, se estableció un tamaño de ventana de video de 280x140 donde se muestra la imagen binarizada.

Para lograr identificar obstáculos, formas o figuras desde una cámara de video y reproducirlos en un matriz de micromotores, se debió llevar a cabo una serie de filtros a la imagen que se adquiere mediante visión por computadora, utilizando la librería de OpenCV. Por ello se utilizaron dos filtros de imagen para facilitar la conversión. Además, se articuló una serie de componentes electrónicos para convertir un píxel en binario a un estado del micromotor.

A continuación, se expone paso a paso el procedimiento que se utilizó para convertir una matriz de imagen a una matriz de micromotores.

1. Se adquirió la imagen por medio de la cámara pi que es propia de la Raspberry pi 2. Se debe tener en cuenta que esta cámara funciona en formato RGB (Red, Green, Blue), por lo tanto, la imagen capturada tiene 3 capas rojo, verde y azul (Figura 6).

2. Se aplicó el filtro de escala de grises a la imagen original que convierte una imagen de 3 capas en una matriz de 1 sola capa. Este filtro lo que hace es combinar un pixel de tres capas con diferentes intensidades de colores y lo convierte en una sola capa con diferentes tonalidades de gris (Figura. 6).
3. Se aplicó el filtro de Binarización a la imagen en escala de grises que convierte la intensidad de gris en negro o blanco dependiendo de cuál sea los intervalos requeridos. En este caso el universo de discurso era: la intensidad de gris de 0 a 100 era negro y de 101 a 255 era blanco (Figura 6).

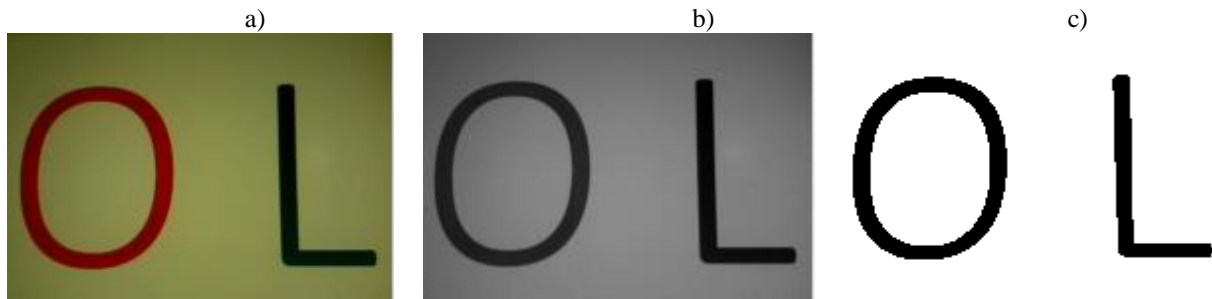


Figura 6. Tratamiento digital de la imagen O y L. a) Imagen RGB capturada por la cámara pi. b) Imagen en escala de grises. c) Imagen binarizada.

Fuente: Elaboración propia

1.3.3 Parámetros de conmutación de micromotores

Para lograr que un micromotor se encienda o se apague de acuerdo un pixel binarizado, se debió crear condiciones de conmutación. Así pues, cuando se tenía la imagen binarizada se debió hacer un barrido de toda la imagen píxel a píxel para poder determinar la información del píxel, si esta se encontraba en 0 o 255, blanco o negro respectivamente. Si el píxel estaba con una intensidad de 0, quería decir que se encontraba negro y por lo tanto el micromotor se encendía. Si el píxel estaba en blanco o 255, el micromotor se apagaba.

1.3.4 Demultiplexado

Cuando la Raspberry Pi actualizaba el estado de sus pines, la información digital que salía de ella estaba codificada en binario, para decodificarla en decimal se utilizó el demultiplexor 74LS154. Como el demultiplexor utilizado para este proyecto tiene salidas negadas, se requirió volverlas a negar para que las salidas de la CPU (Raspberry) y las del multiplexado coincidieran. Esto se hizo por facilidad en el manejo de los drivers de potencia para la conmutación de los micromotores. Para evitar daños en la parte electrónica, se aisló la etapa de potencia mediante el uso de diodos Shocky rectificadores en este caso el 1N5819.

1.3.5 Drivers de potencia

Para el accionamiento de los micromotores, se utilizaron 4 drivers L298N y un ULN2003A, donde el primero conmutaba las columnas y les abastecía de tensión y corriente; el segundo conmutaba las filas, dando paso a la corriente para completar el ciclo.

1.3.6 Distribución de filas y columnas de la imagen binarizada y la matriz de micromotores

Se propuso trabajar con una imagen y matriz rectangular para que se apreciara de forma panorámica y poder diferenciar la izquierda de la derecha de forma concreta. Así pues, había 7 filas y 14 columnas tanto en la imagen como en la matriz. Esto quiere decir que la matriz se compone de 98 micromotores creando la sensación de una imagen binarizada de forma panorámica

1.3.7 Matriz de micromotores

Para la matriz (Figura 7), se utilizaron micromotores de vibración plana de 8mm de diámetro y 3mm de espesor comúnmente utilizados para la vibración de dispositivos móviles. Con este tamaño se aseguró que la matriz sea pequeña y compacta. Esto permitió que cualquier persona de cualquier textura pueda utilizar el dispositivo.



Figura 7. Matriz de micro motores 7x14 (98 micromotores).

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido el estado de cada píxel se decidió si prender o apagar un micromotor. En este caso la condición fue que si había un píxel negro se encendiera el micromotor, indicando la localización del obstáculo y si el pixel era blanco que se mantuviera en reposo. Para ello se utilizó multiplexado a alta velocidad de conmutación que permitía trabajar la matriz como si fuera una imagen en tiempo real (Figura 8).

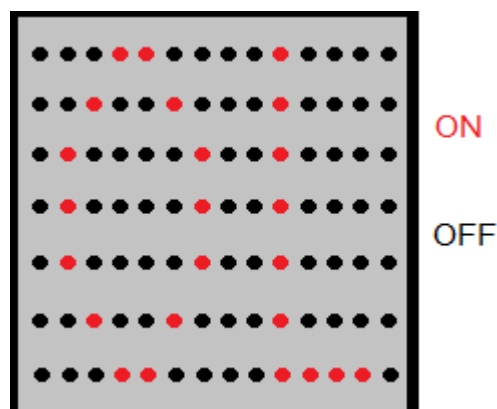


Figura 8. Representación del funcionamiento de la matriz de micromotores a partir de la imagen O y L. (Los puntos rojos y negros son el funcionamiento de cada micromotor, siendo rojo encendido y negro apagado).

Fuente: Elaboración propia.

1.3 Implementación del prototipo domas.

Una vez se adquirieron todos los materiales del diseño hecho en SketchUp, ya sea por fabricación propia o adquisición comercial, se procedió a realizar las respectivas conexiones que permitieron la construcción final del prototipo DOMAS. (Figura 9).



Figura 9. Prototipo DOMAS implementado en la espalda de un usuario, vista frontal y posterior.

Fuente: Elaboración propia.

1 Resultados

Para determinar la funcionalidad del prototipo (Figura 10 y 11), se crearon una serie de gráficos simples con círculos, puntos y líneas. Estos tienen diferentes niveles de complejidad para determinar la utilidad de DOMAS.

Se probó el dispositivo con 10 integrantes de la fundación CORPOVISION. Con cada uno de ellos se probó 10 figuras diferentes en 6 posiciones posibles durante 1 hora y se obtuvieron los siguientes resultados. (Tabla 1 y 2).

Primero, se probaron las figuras más simples que eran círculos, líneas y puntos (Tabla 3). Segundo, se probaron figuras compuestas por varias líneas. (Tabla 4). Tercero y último, se probaron figuras compuestas por otras figuras completas (Tabla 5).

Los resultados obtenidos en las primeras pruebas del prototipo se obtuvieron bajo ciertas condiciones de funcionamiento las cuales fueron:

- Sitio iluminado desde diferentes áreas.
- Letreros con gran área blanca.
- Movimientos lentos.
- Batería con carga por encima del 20%.
- Obstáculos a menos de 50 cm de la cámara del dispositivo.

PORCENTAJES DE VERDADEROS POSITIVOS DE LAS FORMAS DE LAS FIGURAS

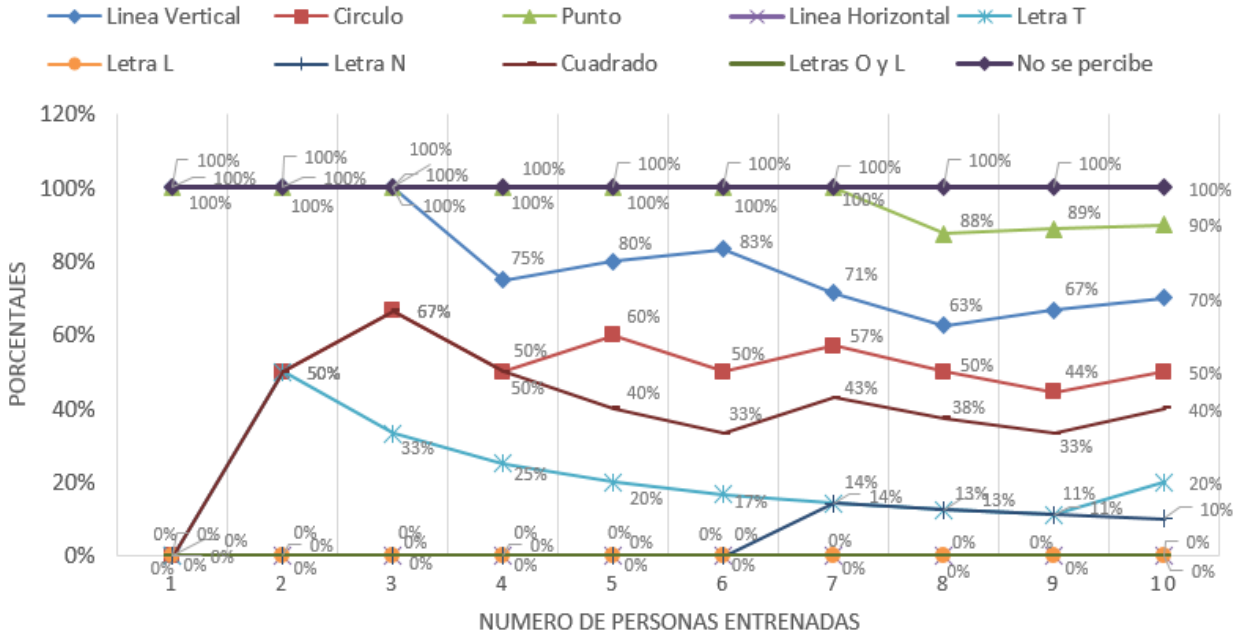


Figura 10. Gráfica del porcentaje de verdaderos positivos de la forma de los objetos percibidos mediante DOMAS.

Fuente: Elaboración propia.

PORCENTAJES DE VERDADEROS POSITIVOS DE LA POSICION DE LAS FIGURAS

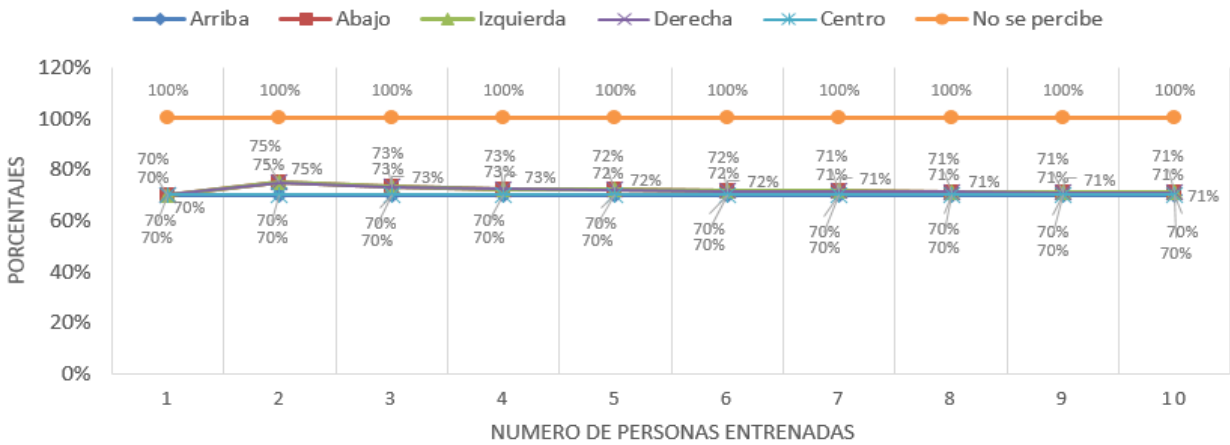


Figura 11. Gráfica del porcentaje de verdaderos positivos de la posición de los objetos percibidos mediante DOMAS.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Matriz de confusión de la forma de los objetos percibidos por DOMAS. Clase 1: Línea Vertical, Clase 2: Circulo, Clase 3: Punto, Clase 4: Línea Horizontal, Clase 5: Letra T, Clase 6: Letra L, Clase 7: Letra N, Clase 8: Cuadrado, Clase 9: Letra O y L, Clase 10: Espacio vacío.

Confusion Matrix

1	7 7.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	2 2.0%	2 2.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	63.6% 36.4%
2	0 0.0%	5 5.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	2 2.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	71.4% 28.6%
3	0 0.0%	0 0.0%	9 9.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
4	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	NaN% NaN%
5	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	2 2.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
6	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	NaN% NaN%
7	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 1.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
8	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	4 4.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
9	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	NaN% NaN%
10	3 3.0%	5 5.0%	1 1.0%	10 10.0%	6 6.0%	8 8.0%	7 7.0%	6 6.0%	10 10.0%	10 10.0%	15.2% 84.8%
	70.0% 30.0%	50.0% 50.0%	90.0% 10.0%	0.0% 100%	20.0% 80.0%	0.0% 100%	10.0% 90.0%	40.0% 60.0%	0.0% 100%	100% 0.0%	38.0% 62.0%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Target Class

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Matriz de confusión de la posición de los objetos percibidos por DOMAS. Clase 1: Arriba, Clase 2: Abajo, Clase 3: Izquierda, Clase 4: Derecha, Clase 5: Centro, Clase 6: Espacio vacío.









Confusion Matrix


Output Class	1	2	3	4	5	6	
1	63 11.5%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
2	0 0.0%	64 11.6%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
3	0 0.0%	0 0.0%	64 11.6%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
4	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	64 11.6%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
5	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	63 11.5%	0 0.0%	100% 0.0%
6	27 4.9%	26 4.7%	26 4.7%	26 4.7%	27 4.9%	100 18.2%	43.1% 56.9%
	70.0% 30.0%	71.1% 28.9%	71.1% 28.9%	71.1% 28.9%	70.0% 30.0%	100% 0.0%	76.0% 24.0%
	1	2	3	4	5	6	

Target Class

Fuente: Elaboración propia.






Tabla 3. Tabla evaluativa de percepción, nivel básico

Gráfico real	Figura obtenida por la cámara y transmitida a la matriz de micro motores	Percepción de la figura	Percepción de posición (up, down, left, right, center)	Observaciones
		50% de las personas entrenadas percibieron el círculo.	100% de las personas entrenadas percibieron todas las posiciones posibles del objeto.	En algunos casos las líneas horizontales no se sienten.
		70% de las personas entrenadas percibieron la línea vertical.	100% de las personas entrenadas percibieron todas las posiciones posibles del objeto.	Se puede percibir de manera aceptable la figura y la posición
		90% de las personas entrenadas percibieron el punto.	100% de las personas entrenadas percibieron todas las posiciones posibles del objeto.	Se puede percibir de manera aceptable la figura y la posición
		0% de las personas entrenadas percibieron la línea horizontal.	0% de las personas entrenadas percibieron todas las posiciones posibles del objeto.	No se puede percibir ni la figura ni la posición

		100% de las personas entrenadas no percibieron nada cuando el sistema identificó un espacio vacío.	100% de las personas entrenadas no percibieron nada cuando el sistema identificó un espacio vacío.	No se percibe nada debido a que es un fondo blanco
--	---	--	--	--


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Tabla evaluativa de percepción, nivel intermedio.

Gráfico real	Figura obtenida por la cámara y transmitida a la matriz de micro motores	Percepción de la figura	Percepción de posición (up, down, left, righth)	Observaciones
L		0% de las personas entrenadas percibieron la letra L.	100% de las personas entrenadas percibieron todas las posiciones posibles del objeto.	Se percibe la línea vertical, pero la horizontal no.
T		20% de las personas entrenadas percibieron la letra T.	100% de las personas entrenadas percibieron todas las posiciones posibles del objeto.	Se percibe la línea vertical, pero la horizontal no.
n		10% de las personas entrenadas percibieron la letra n.	100% de las personas entrenadas percibieron todas las posiciones posibles del objeto.	Se percibe parecido al círculo.
		40% de las personas entrenadas percibieron el cuadrado.	100% de las personas entrenadas percibieron todas las posiciones posibles del objeto.	Se percibe las líneas verticales pero las horizontales no.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Tabla evaluativa de percepción, nivel alto.

Gráfico real	Figura obtenida por la cámara y transmitida a la matriz de micro motores	Percepción de la figura	Percepción de posición (up, down, left, righth)	Observaciones
O L		0% de las personas entrenadas percibieron la letra O y L.	0% de las personas entrenadas percibieron todas las posiciones posibles del objeto.	No se percibe ni la figura ni la posición.

Fuente: Elaboración propia.

El prototipo DOMAS implementado en la fundación CORPOVISION está avaluado en 759150 pesos colombianos y su ergonomía está dada en la figura 12.

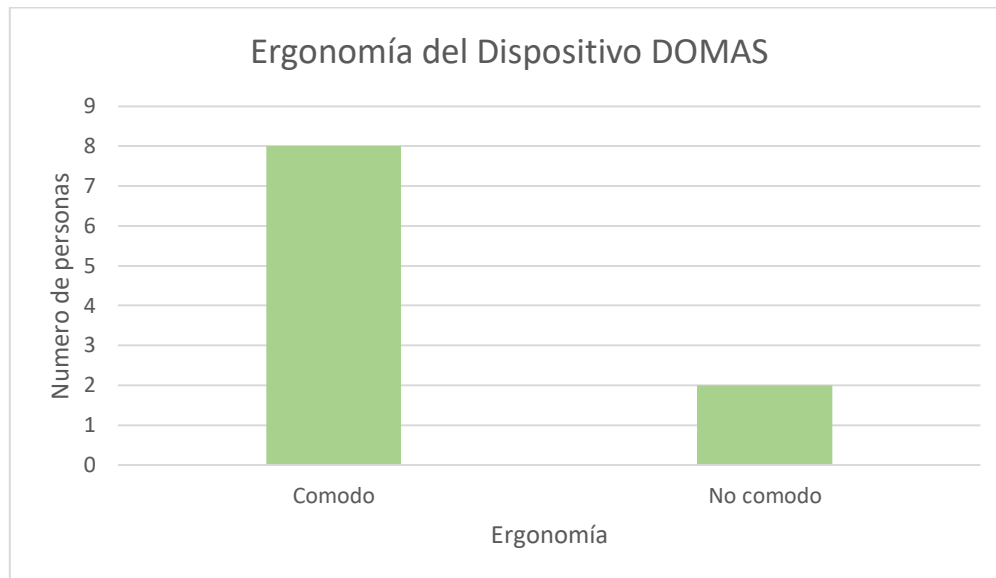


Figura 12. Gráfica de la ergonomía del dispositivo DOMAS.

Fuente: Elaboración propia.

2 Discusión

En los trabajos de investigación de Dunai, Fajarnes, Praderas, Garcia y Lengua, (2010), Kumar et al, (2011), Meijer, (1992), Sainarayanan, (2002), Peris Fajarnes, Dunai, Santiago Praderas & Dunai, (2010), se utiliza un sensor de ultrasonido y una cámara de video o visión estéreo para detectar obstáculos y reconocer personas. Esta información es dirigida al usuario por medio auditivo. En la mayoría de estos dispositivos la cámara de video se lleva en un casco lo cual lo hace pesado y muy vistoso. Además, los aditamentos para lograr los procesamientos son muy grandes lo cual reduce movimiento al momento de llevarlo puesto. Con DOMAS no pasa esto pues la cámara de video es pequeña y están adaptadas a unas gafas la cual la hacen pasar desapercibida y los dispositivos de procesamiento son muy compactos lo cual disminuye en grande el tamaño y el peso del dispositivo comparado con los anteriormente mencionados. Adicionalmente, DOMAS deja los oídos libres para que la persona con discapacidad visual pueda percibir otras señales del exterior que pueden ser importantes.

Brabyn, (1982), utiliza un escáner sonar para transmitir información de formas o imágenes simples a una matriz vibro táctil ubicada en el abdomen del usuario indicando que está pasando en el entorno. En este documento se sugiere otro enfoque del proyecto el cual podría ser utilizando una cámara de video pero que en términos computacionales sería un problema por la cantidad de información para procesar. Sin embargo, este tipo de dificultades se hacen de menor impacto, puesto que embebidos como la Raspberry Pi que cuenta con características suficientes para procesar imágenes y tomar decisiones en menos de 1 segundo. Esto queda evidenciado en DOMAS donde se propone un prototipo con el enfoque propuesto por el Dr John A. Brabyn.

Actualmente, AuxDeco (Perdomo, 2016), es el dispositivo con mayores similitudes con el prototipo DOMAS pues codifican formas, figuras y la posición de estas por medio de una cámara de video y las decodifica por medio una matriz electro táctil o vibro táctil. Siendo esto último en lo que se diferencian pues AuxDeco se compone de microelectrodos mientras que DOMAS se compone de micromotores. Lo que quiere decir que AuxDeco es un método invasivo y de un mayor riesgo que DOMAS pues se trabaja con electrodos en la frente que pueden causar lesiones cerebrales, si este no cuenta con la rigurosidad de pruebas requeridas para conservar la salud del usuario, mientras que, por otro lado, DOMAS cuenta con la limitante en aquellas personas que hayan sido intervenidas a nivel cardiaco o tengan un dispositivo como el marcapasos. Por otra parte, DOMAS es un prototipo que puede ser usado por debajo de la ropa lo cual le permite pasar desapercibido en comparación con AuxDeco que cuenta con una banda en la frente para su funcionamiento.

3 Conclusiones

Las personas que habían perdido la visión recientemente, y conocían cómo eran las figuras utilizadas para estas pruebas, acertaron con mayor facilidad las figuras de los objetos.

Se obtuvo que la línea vertical, el punto y el espacio vacío son figuras con una sensibilidad por encima del 70%. Además, se logró una de tasa de verdadero positivo de más del 70% para identificar la posición de las figuras.

Las figuras que tienen curvas como el círculo o la letra “n” tienen una tasa de descubrimiento falso de más del 25%.

Las figuras compuestas por líneas verticales como la letra “T” y la letra “L” tienen una tasa de descubrimiento falso del más de 35%.

Las figuras compuestas como las letras “O L” y las líneas horizontales tienen una sensibilidad de 0%.

El espacio vacío tiene una sensibilidad del 100% pero tiene más del 80% de tasa de descubrimiento falso.

A partir de las pruebas realizadas con el prototipo en la espalda de un usuario, se determinó que la zona de dorsal de la espalda es mucho menos sensible frente a estimulaciones vibro táctiles, generando un percance para el funcionamiento ideal del sistema en los usuarios.

Al momento de iniciar el funcionamiento del prototipo, debe hacerse en un área bastante iluminada, con el fin de eliminar sombras residuales que puedan generar zonas negras no deseadas en la imagen captada en tiempo real.

Al realizar movimientos muy rápidos, el usuario no logra percibir e identificar un letrero, una figura o forma, puesto que el sistema procesa la información recibida con aproximadamente un (1)

segundo de retraso. Si el usuario gira rápidamente la cabeza, el sistema no identifica el objeto en tiempo real.

No es recomendable implementar el dispositivo en usuarios que poseen afectaciones cardiacas, ya que el campo magnético generado por los micromotores puede alterar el funcionamiento de marcapasos y producir efectos colaterales en el sistema cardiaco.

El prototipo DOMAS tiene una exactitud del 38% y una tasa de error del 62% para detectar la forma de objetos. Y una exactitud del 76% y una tasa de error del 24% para detectar la posición de objetos.

Comparando la relación costo-beneficio del dispositivo DOMAS se puede concluir que el prototipo tiene un económico valor monetario.

Para el 80% de la población entrenada, el dispositivo DOMAS es cómodo.

Agradecimientos

A la fundación CORPOVISION por aportarnos sus necesidades y posteriormente permitirnos llevar a cabo las pruebas de este proyecto.

Referencias

- Adame, M., Jing Yu, Moller, K., & Seemann, E. (2013). A wearable navigation aid for blind people using a vibrotactile information transfer system. *2013 ICME International Conference On Complex Medical Engineering*, 13-18. doi: 10.1109/iccme.2013.6548203
- Brabyn, J. (1982). New Developments in Mobility and Orientation Aids for the Blind. *IEEE Transactions On Biomedical Engineering, BME-29(4)*, 285-289. doi: 10.1109/tbme.1982.324945
- Cabrera Iñiguez, O., & Montaña Lozano, L. (2013). *Las barreras arquitectónicas y obstáculos y su incidencia para la movilidad de las personas con deficiencia visual en la ciudad de Loja, año 2010* (Licenciatura). Universidad Nacional de Loja.
- Ceguera y discapacidad visual. Organización Mundial de la Salud. (2018). Recuperado de: goo.gl/BkF7ge
- Correa, D., Sciotti, D., Prado, M., Sales, D., Wolf, D., & Osorio, F. (2012). Mobile Robots Navigation in Indoor Environments Using Kinect Sensor. *2012 Second Brazilian Conference on Critical Embedded Systems*. doi: 10.1109/cbsec.2012.18
- De Ascencao, B., & Martínez, B. (2018). *Desarrollo de un prototipo bastón de blanco electrónico destinado a orientar a personas invidentes en su entorno* (Licenciatura). Universidad Nueva Esparta

- Dunai, L., Fajarnes, G., Praderas, V., Garcia, B., & Lengua, I. (2010). Real-time assistance prototype - A new navigation aid for blind people. *IECON 2010 - 36Th Annual Conference On IEEE Industrial Electronics Society*. doi: 10.1109/iecon.2010.5675535
- En Pereira, niño desarrolló bastón electrónico para ciegos. Risaraldahoy.com. Pereira, Risaralda (2016). Recuperado de: <https://goo.gl/TSos7B>
- Estudios del Censo DANE 2005 - Estudios del Censo DANE 2005, Inci.gov.co, 2018. Recuperado de: <https://goo.gl/iCKKuK>
- IRIS y los ciegos verán ... Duto. Pereira, Risaralda (2019). Recuperado de: <http://duto.org/?lang=en>
- Kumar, A., Patra, R., Manjunatha, M., Mukhopadhyay, J., & Majumdar, A. (2011). An electronic travel aid for navigation of visually impaired persons. *2011 Third International Conference On Communication Systems And Networks (COMSNETS 2011)*. doi: 10.1109/comsnets.2011.5716517
- Lin, K., Lau, T., Cheuk, C., & Liu, Y. (2012). A wearable stereo vision system for visually impaired. *2012 IEEE International Conference On Mechatronics And Automation*. doi: 10.1109/icma.2012.6284345
- Meijer, P. (1992). An experimental system for auditory image representations. *IEEE Transactions On Biomedical Engineering*, 39(2), 112-121. doi: 10.1109/10.121642
- Noorithaya, A., Kumar, M., & Sreedevi, A. (2014). Voice assisted navigation system for the blind. *International Conference on Circuits, Communication, Control And Computing*, 177-181. doi: 10.1109/cimca.2014.7057785
- Perdomo, F. (2016). Asistencia Técnica del Dispositivo AuxDeco. Conferencia, “Instituto Nacional para Ciegos” (INCI). SDT-120-FM-248 Bogota, Colombia, 2016.
- Peris Fajarnes, G., Dunai, L., Santiago Praderas, V., & Dunai, I. (2010). CASBlip- a new cognitive object detection and orientation system for impaired people. In *4th International Conference on Cognitive Systems*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia. Retrieved from <https://goo.gl/SxckH2>
- Quezada Castillo, J. (2014). *Diseño e implementación de un dispositivo electrónico de ayuda de desplazamiento para personas ciegas*. (Licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Rojas Téllez, I., & Victoria Rincón, A. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de navegación prototipo para exteriores orientado a personas con discapacidad visual* (Licenciatura). Universidad Tecnológica de Pereira.
- Sainarayanan, G. (2002). *On intelligent image processing methodologies applied to navigation assistance for visually impaired* (Thesis Ph.D.). Universiti Malaysia Sabah.

Singhal, H., Kaur, A., & Yadav, R. (2013). The development of an intelligent aid for blind and old people. *2013 1St International Conference On Emerging Trends And Applications In Computer Science*. doi: 10.1109/icetacs.2013.6691419

Sourab, B., Ranganatha Chakravarthy H.S, & D'Souza, S. (2015). Design and implementation of mobility aid for blind people. *2015 International Conference On Power And Advanced Control Engineering (ICPACE)*. doi: 10.1109/icpace.2015.7274960

Capítulo 9: Sistema IoT Para el Monitoreo y Evaluación de Niveles de Co y Co₂ en el Aire en Establecimientos de Cuidado Infantil

Jose German Garcia, Mario Macea Anaya, Jorge Luis Escobar, Harold Dionisio Herazo
(Universidad de Córdoba)
Colombia

Sobre los Autores

Mario Ramón Macea Anaya

Ingeniero de Sistemas, Especialista en Informática y Multimedia, Magister en Software Libre, Candidato a doctor en Ciencias mención Gerencia, Docente de planta de la Universidad de Córdoba – Programa de Ingeniería de Sistemas. Miembro del Grupo de Investigación SOCRATES (Universidad de Córdoba)
Correspondencia: mariomacea@correo.unicordoba.edu.co

Jose German Garcia Pernet

Ingeniero de Sistemas Universidad de Córdoba, Cert. Programador Senior Udey, Estudiante de Master Universitario en Ingeniería Matemática y Computación UNIR España, Investigador Junior Red Colsi. Miembro del Grupo de Investigación SOCRATES (Universidad de Córdoba).

Correspondencia: josegerman191@gmail.com

Jorge Luis Escobar Raynel

Licenciado en Informática Educativa y Medios Audiovisuales, Especialista en Informática Telemática, Especialista en Administración de la Informática Educativa, Magister en Ingeniería de Software, Estudiante de Doctorado en Gestión de Proyectos de TIC. Docente Universidad de Córdoba – Programa de Ingeniería de Sistemas. Miembro del Grupo de Investigación SOCRATES (Universidad de Córdoba)

Correspondencia: jlescobarreynel@correo.unicordoba.edu.co

Samir Oswaldo Castaño Rivera

Ingeniero de Sistemas, Especialista en Informática y Multimedia, Especialista en Ingeniería de Software, Magister en Software Libre, Candidato a doctor en Ciencias mención Gerencia, Docente de planta de la Universidad de Córdoba – Programa de Ingeniería de Sistemas. Miembro del Grupo de Investigación SOCRATES (Universidad de Córdoba)

Correspondencia: sacastano@correo.unicordoba.edu.co

Resumen

La contaminación del aire urbano es un serio problema en muchas grandes ciudades del planeta. El intenso e incesante tráfico, unido a fábricas que no controlan sus emisiones, convierte el aire de ciudades de todo el mundo en auténticas nubes de smog. Los niveles de partículas contaminantes

sobrepasan en muchos casos el límite de seguridad para la salud humana marcado por la OMS. (Sostenibilidad Para Todos – Acciona 2016, Recuperado de: <https://www.sostenibilidad.com>). Según la OMS la contaminación del aire mató aproximadamente a 7 millones de personas en 2012, lo que la convierte en el gran problema de salud medioambiental mundial. La cifra conlleva que una de cada ocho muertes mundiales en 2012 se vinculó con el aire contaminado. Si tenemos en cuenta que la población aumentará de los 7 mil millones actuales a los 9 mil en los próximos años, mejorar la calidad del aire en las ciudades es un reto que urge. La OMS marca los límites seguros en los 20mcg/m³ (medición habitual de la expresión de contaminantes "clásicos" como CO, óxidos de nitrógeno, partículas, etc.); pero en ciudades como París, el promedio anual es de 38 mcg/m³, y en casos extremos como en Pekín, han llegado a superar los 300 microgramos, obligando a la ciudad a imponer la alerta naranja. (Sostenibilidad Para Todos – Acciona 2016, Recuperado de: <https://www.sostenibilidad.com>).

Sin Embargo organizaciones como la OMS, plantean que los efectos causados por la contaminación en el aire se ven reflejados sobre las poblaciones más vulnerables a nivel mundial debido a que existen factores como el de crecimiento y desarrollo que implican un estado nivel de salud en las personas por lo cual la población más vulnerable son los niños entre 4 a 13 años de edad debido a que se encuentran en ambientes escolares y recreacionales en donde el aire tiene un cuidado inadecuado para el bienestar de los niños. Las revisiones sobre el tema de los ambientes escolares enfatizaron que la calidad del aire interior (IAQ, por sus siglas en inglés) a menudo es inadecuada en las aulas y causa un mayor riesgo de asma y otros síntomas relacionados con la salud en el ambiente preescolar. Es más pronunciado en los países desarrollados. la universidad de Malaya analizaron el entorno escolar y para explicitar la importancia de la IAQ (Calidad del Aire en edificios y estructuras) en este entorno mediante la revisión de los estudios previos sobre la exposición de los alumnos a IAQ en las aulas. Los datos obtenidos y revisados en este estudio enfatizan el impacto de las tasas de ventilación y el CO, en la salud y el rendimiento de los niños mientras se realiza la evaluación según los estándares existentes (ASHRAE, NIOSH, ACGIH y OSHA).

Palabras Claves: Óxido de Carbono (Co), OMS, IAQ, Microgramos.

Abstract:

Urban air pollution is a serious problem in many large cities on the planet. The intense and incessant traffic, together with factories that do not control their emissions, turns the air of cities around the world into real clouds of smog. The levels of contaminating particles in many cases exceed the limit of safety for human health marked by the WHO. (Sustainability for All - Acciona 2016, Recovered from:

<https://www.sostenibilidad.com>). According to the WHO, air pollution killed approximately 7 million people in 2012, which makes it the biggest global environmental health problem. The figure means that one in eight deaths worldwide in 2012 was linked to polluted air. If we take into account that the population will increase from the current 7 billion to 9 thousand in the coming years, improving air quality in cities is a challenge that is urgent. The WHO marks the safe limits at 20mcg / m³ (usual measurement of the expression of "classic" pollutants such as CO, nitrogen oxides, particles, etc.); But in cities like Paris, the annual average is 38 mcg / m³, and in extreme

cases such as Beijing, they have exceeded 300 micrograms, forcing the city to impose the orange alert. (Sustainability for All - Acciona 2016, Recovered from: <https://www.sostenibilidad.com>).

However, organizations such as the WHO, state that the effects caused by pollution in the air are reflected on the most vulnerable populations worldwide because there are factors such as growth and development that imply a state level of health in people therefore the most vulnerable population are children between 4 to 13 years of age because they are in school and recreational environments where the air has an inadequate care for the welfare of children.

Revisions on the subject of school environments emphasized that indoor air quality (IAQ) is often inadequate in the classroom and causes an increased risk of asthma and other health-related symptoms in the preschool environment. It is more pronounced in developed countries. The University of Malaya analyzed the school environment and to explain the importance of the IAQ (Air Quality in buildings and structures) in this environment by reviewing previous studies on students' exposure to IAQ in the classroom. The data obtained and reviewed in this study emphasize the impact of ventilation and CO rates on children's health and performance while performing the evaluation according to existing standards (ASHRAE, NIOSH, ACGIH and OSHA).

Key Words: Carbon Oxide (Co), WHO, IAQ, Micrograms.

Introducción

Es sabido, que la comunidad infantil juega un papel fundamental en la integración estructural de la sociedad a nivel mundial, siendo una población de un alto grado de vulnerabilidad debido a su proceso de desarrollo físico, mental y emocional, lo cual conlleva a que el seguimiento y los cuidados sean de forma prioritaria y constante, de modo que se permita generar un mayor bienestar integral para cada uno de ellos. (Equipo de Análisis de Situación en Salud en Colombia, 2015, p. 58), En la actualidad los establecimientos en los cuales la población infantil pasa la mayoría del tiempo cuentan con pocas herramientas de prevención y monitoreo para la vitalidad de la primera infancia (ICBF 2014).

De acuerdo con lo anterior Se puede apreciar que es determinante considerar la evaluación del aire es los entornos IAQ y en especial en la población infantil y que de acuerdo con el estudio de (Muhamad Salleh, 2015) el cual plantea que las fuentes de obtención de información sobre la calidad del aire interior disparan un gran índice de perjuicio sobre la población infantil ya que los niveles de asma y sibilancias por lo que se ha puesto en varias investigaciones es la más vulnerable (Perry E. Sheffield, Philip J. Landrigan 2016).

Lo anterior Implica que las organizaciones y/o Institutos deben monitorear y avanzar en sistemas de vigilancia epidemiológica de las condiciones ambientales es especial la contaminación en el aire en los establecimientos de cuidado infantil (Secretaria Distrital de Ambiente 2018), por lo que es necesario implementar una tecnología en los establecimientos en donde la comunidad infantil entre 0 y 5 años se encuentra la mayor parte del tiempo, y así se pueda continuar con un desarrollo favorable de las cualidades físicas, mentales y emocionales de los infantes, de los que debe ser primordial mantener una vigilancia exhaustiva para garantizar su adecuado crecimiento. (Michele Penza, Domenico Suriano, 2017). Teniendo en cuenta, que en la actualidad no existe un mecanismo de monitoreo constante de la infraestructura física de los centros

de desarrollo infantil, más que la implementación de un plan de saneamiento y visitas esporádicas por parte de los entes de control, que se enfocan hacia el crecimiento adecuado de los niños y su bienestar dejando de lado la importancia de las adecuadas condiciones ambientales de cada centro de desarrollo, se hace relevante realizar acciones que permitan evaluar eficazmente dichas condiciones. (Silvia, 2014)

Por consiguiente, el trabajo a realizar se encuentra enfocado a los establecimientos de cuidado infantil para permitir un mejor seguimiento del ambiente en el que se involucra la mayor parte del tiempo la comunidad infantil, para que el sistema sea accesible económicamente y de fácil uso para los responsables de dichos establecimientos, por esta razón se tiene como finalidad alertar a los responsables de los centros de desarrollo infantil

en caso de tener una elevada concentración de monóxido de carbono (CO) y sus cambios en el ambiente que no son aptos para los infantes en estos establecimientos y así poder facilitar la toma de decisiones por parte de los responsables de forma rápida y eficaz sin alterar la integridad de los niños, permitiendo así mitigar el impacto de las emergencias ocasionadas en estos establecimientos debido a la falta de seguimiento de su estructura física (ICBF, 2016).

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un Sistema de monitoreo de contaminación CO₂ en el aire para generar alertas en establecimientos de cuidado infantil.

Objetivos Específicos

Diseñar un sistema electrónico de adquisición de datos entre sensores y una interfaz web, para la visualización gráfica del comportamiento de la concentración de CO₂.

Diseñar una Conexión con bases de Datos con un módulo de consultas para que el

Usuario indague sobre el estado de las magnitudes del índice de variable a monitorear en un determinado tiempo y así tener una constante revisión del sistema.

Implementar un módulo de alertas para el sistema que se active cuando los niveles de concentración de CO₂ sean elevados y notificaciones para los responsables de los establecimientos de cuidado infantil.

Realizar Pruebas en campo del sistema de monitoreo de contaminación CO₂ en el aire.

Marco Teórico

Cuidado Ambiental y Contaminación en el Aire

El cuidado ambiental y la contaminación en el aire se han convertido en un tema de gran interés y de preocupación para la salud a nivel mundial en los últimos años, según la OMS el nivel de enfermedades por la causa de la contaminación en el aire aumenta cada vez más y en especial en los países donde más se contamina por grandes emisiones de CO₂ y otros gases perjudiciales para la salud del ser humano (Informe de la CEPAL y OMS - 2016), Por lo anterior y como menciona (Jason G. Su, 2016) Los estudios epidemiológicos que investigan las relaciones entre las exposiciones ambientales a la contaminación del aire y la salud generalmente usan direcciones

residenciales como un único punto para la exposición, mientras que las exposiciones ambientales en tránsito, en el trabajo, en la escuela u otras ubicaciones son ignoradas en gran medida. Los monitores de exposición personal miden las exposiciones de las personas a lo largo del tiempo; sin embargo, los monitores personales actuales son intrusivos y no se pueden operar a gran escala durante un período de tiempo prolongado (por ejemplo, durante un período continuo de tres meses) y pueden ser muy costosos. Además, las ubicaciones espaciales generalmente no se pueden identificar cuando solo se usan monitores personales (Beate Ritz, 2016) no obstante (Michele Penza, Domenico Suriano, 2017) Implementaron un sistema de sensores de bajo costo para el monitoreo de la contaminación en el aire en cascos Urbanos, donde Se desplegó una red de sensores basada en 11 nodos (10 estacionarios y uno Móvil) Ubicados en buses públicos para el control de la calidad del aire (AQ), también estos sistemas fueron instalados en sitios específicos tales como edificios, oficinas, escuelas, calles, puertos, aeropuertos .

Niveles y Medidas de Contaminación en el Aire

De acuerdo con los estudios anteriores se encontraron servicios de seguimiento de ubicación momentáneos suministrados por teléfonos inteligentes para identificar la ubicación de un individuo en el espacio-tiempo durante tres meses consecutivos (28 de abril al 28 de julio de 2013) usando redes Wi-Fi disponibles. Exposiciones individuales en el espacio-tiempo a los contaminantes relacionados con el tráfico Los óxidos de nitrógeno (NOX) se estimaron al superponer una superficie de concentración de NOX media anual modelada mediante la técnica de modelado de regresión de uso de la tierra (LUR). Las exposiciones individuales se asignaron a lugares estacionarios (incluidos el hogar, el trabajo y otras ubicaciones estacionarias) y en tránsito (incluidos los viajes al trabajo y otros viajes).

Para el individuo, cuyas direcciones de trabajo / casa eran conocidas y la ruta de viaje fue fija, se encontró que el 95.3% del tiempo, el individuo podía ser identificado con precisión en el espacio-tiempo. La concentración ambiental estimada en la ubicación de origen fue de 21.01 ppb. Cuando se tuvieron en cuenta las infiltraciones interiores / exteriores, las fuentes interiores de contaminación del aire y el tiempo al aire libre, las exposiciones acumuladas del individuo fueron de 28.59 ppb y 96.49 ppb, asumiendo una relación interior / exterior respectiva de 1.33 y 5.00. La integración de los servicios de seguimiento de ubicación momentánea con la supervisión de campo de sitio fijo, más la calibración de intercambio de aire interior-exterior, hace que la evaluación de la exposición de una población muy grande a lo largo de un período prolongado (Jason G. Su, 2016).

Sistemas Para el Monitoreo de la Calidad del Aire

En (SherinAbraham, Xirion Li, 2014) se propone Un sistema de red de sensor inalámbrico rentable para aplicaciones de monitoreo de la calidad del aire interior desarrollado con los módulos Arduino, XBee y micro gases. El sistema es capaz de recopilar seis parámetros de calidad del aire desde diferentes ubicaciones simultáneamente. También hemos desarrollado un método lineal basado en la estimación de mínimos cuadrados para la calibración de sensores y la conversión de datos de medición. El rendimiento y la utilidad del sistema se demuestran al comparar los resultados de medición de nuestro sistema y un dispositivo de medición de la calidad del aire de grado profesional.

Fuentes de Información sobre la Calidad del Aire

Las fuentes de obtención de información sobre la calidad del aire interior disparan un gran índice de perjuicio sobre la población infantil ya que los niveles de asma y sibilancias por lo que se ha puesto en varias investigaciones, por ejemplo (Muhamad Salleh, 2015) realiza un estudio sobre la calidad del aire interior en las escuelas a través de un sistema que mide los índices más elevados de CO₂ en estos establecimientos mostrando en una interfaz la tasas de ventilación e impacto hacia los niños.

Metodología

La metodología que se usará en el desarrollo de este proyecto será la metodología RUP ya que esta es la que más se acopla al planteamiento de este proyecto. Es un proceso de desarrollo de software y constituye junto con UML una de las metodologías más utilizadas para los sistemas orientados a objetos, está enfocada primordialmente en tareas y horario del plan midiendo la velocidad de iteraciones concerniente a sus estimaciones originales. Las iteraciones tempranas de proyectos conducidos RUP se enfocan fuertemente sobre arquitectura del software; la puesta en práctica rápida de características se retrasa hasta que se ha identificado y se ha probado una arquitectura firme en la adaptabilidad de las herramientas más que en la previsibilidad (Rational Unified Process (RUP))

Referencias

Análisis de Situación en Salud de Ciudad Bolívar. 2011. Equipo de Análisis de Situación en Salud. ASIS (2012). Recuperado de:
http://www.hospitalvistahermosa.gov.co/web/node/sites/default/files/boletines_2012/analisis_situacion_salud_2012.pdf

Br. Villa Gianfranco. 2010. *Desarrollo De Un Prototipo Para La Detección De Fugas De Gas En Tuberías*. Universidad De Esparta.Venezuela
<http://miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/542/1/TG4317%20Tesis%20cc.pdf>

Biblioteca Nacional de los Estados Unidos, 2017 – MedLinePlus Información de Salud para usted, Recuperado de: <https://medlineplus.gov/spanish/airpollution.html>

Blog Aprende Libre GCBF , 2012, newsletter Lee y Aprende recuperado de:
<https://www.gcfaprendelibre.org/tecnologia/>

Consejería de Salud, Consejería de Medio ambiente, Junta de Andalucía. *Plan Andaluz de Salud ambiental 2012 – Plan Andaluz de Salud Ambiental 2008-2012*, de:
http://www.juntadeandalucia.es/salud/export/sites/cs salud/galerias/documentos/c_1_c_6_planes_estrategias/plan_salud_ambiental/05anexos_ambiental.pdf

Colmenares Edwin. (2007). *Diseño E Implementacion De Un Prototipo Para Detectar Fuga De Gas Para Uso Residencial*. Universidad De San Buenaventura.Colombia, Url: <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/38906.pdf>

CONICET, Mendoza 2010, Centro Cientifico Tecnologico – *Desarrollo de Investigaciones Cientificas IADIZA, INIGLA, IBAM* Recuperado de: <https://www.mendoza-conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/>

Carvajal Cristian, Mora Juan. (2011). *Sensor De Gas Metano Para Minas De Carbon*. Corporacion Universitaria Minuto De Dios. Colombia. http://repository.uniminuto.edu:8080/jspui/bitstream/10656/1313/1/TE_CarvajalRodriguezCristian_2011.pdf

Contaminación en el aire: ¿Cómo y qué factores lo producen?, 2018 – Blog Contaminacion Ambiental Url: <https://contaminacionambiental.info/contaminacion-aire-factores-lo- producen/>

Environment matters at The World Bank. Annual Review 2016, Anuela Report The world Bank , Recuperado de: <https://openknowledge.worldbank.org/.../9781464808524.pdf>

Gribeldo Juan, Chaparro Miguel, Ruiz Jairo. (2013).*Instrumento De Medición Inalambrico De Metano Y Monoxido De Carbono*. Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas. Colombia. Bases de datos proyecto curricular tecnología en electrónica de la universidad distrital francisco José de caldas.

Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2014). Estándares de Calidad. de Bogotá Colombia <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PrimeraInfanciICBF/>

Jason G, Michael Jerrett, Ying-Ying Meng – 2015 , *Integrating smart-phone based momentary location tracking with fixed site air quality monitoring for personal exposure assessment*, Science of The Total Environment

Jennifer R Wolch, Jason Byrne, Joshua P.Newell (2014) Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough’ Landscape and Urban Planning,

Laurent Spinelle, Michel Gerboles, Maria Gabriella, 2015 - Field calibration of a cluster of low-cost available sensors for air quality monitoring. Part A: Ozone and nitrogen dioxide - Sensors and Actuators B: Chemical

Laurent Spinelle, Michel Gerboles, Maria Gabriella, Manuel Alexiandre, Fausto Bonavitacola (2017) - Field calibration of a cluster of low-cost available sensors for air quality monitoring. Part B: NO, CO and CO2 - Sensors and Actuators B: Chemical

López Leidy. (2013). Desarrollo De Un Sistema De Fusión Sensorial Para Un Robot

Dani 2.0 Que Permita El Monitoreo De Las Condiciones Ambientales En Un Entorno Que Emula Las Condiciones De Una Zona Colapsada. Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas. Grupo de investigación ROMA de la UDFJC.

Capítulo 10: Análisis de un modelo de gestión del conocimiento aplicado a Sistema de gestión de calidad: Caso Universidad Pública

Jaime Alfonso Arciniegas Ortiz^{1,2}, Leonardo Juan Ramírez López²

¹Universidad de Carabobo, Valencia-Venezuela

²Universidad Militar Nueva Granada Bogotá-Colombia

Sobre los autores

Jaime Alfonso Arciniegas Ortiz: Doctorando de la Universidad de Carabobo, Valencia-Venezuela. Profesor Asistente del programa de Ingeniería Industrial, Investigador Grupo PIT (Producción, Innovación y Tecnología) y Coordinador Sistema de Gestión de Calidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Militar Nueva Granada.

Email: jaime.arciniegas@unimilitar.edu.co

Leonardo Juan Ramírez López. Líder del grupo de Investigación en Telemedicina de la UMNG, Profesor Titular de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Militar Nueva Granada

Email: leonardo.ramirez@unimilitar.edu.co

Resumen

Se presenta un estudio de la Gestión del conocimiento durante el tiempo, y como éste se puede analizar en los sectores de la educación, industrial, servicios, entre otros por que se tiene gran representación en los procesos de una organización; ya que es un área de aprendizaje y de innovación, todo esto es comprendido en la formación de cada una de las personas, y bajo la influencia de la gestión del conocimiento en el bienestar colectivo. Mostrando así también, el impacto que van a tener los sistemas de gestión del conocimiento, enunciados en la norma ISO 9001 2015. Durante el tiempo se han creado diferentes mercados en un ambiente competitivo direccionado a consolidar los recursos y activos de forma óptima. Todo está dado con la capacidad que la organización pueda reconocer, crear, transformar y distribuir el conocimiento también se debe tener una visión de acuerdo a las teorías y hallazgos del mundo, en donde la organización está obligada a realizar investigaciones para poder proponer esquemas, a las variables como consecuencia de las capacidades efectivas en la industria y sea también un punto de partida para el beneficio hacia la sociedad.

Palabras claves: Gestión del Conocimiento, Bienestar Colectivo, Análisis Colectivo, Innovación, Industria.

Analysis of a knowledge management model applied to Quality management system at a Public University in Bogotá

Abstract

This study of the Management of the knowledge during the time, and as this one it is possible to analyze in the sectors of the education, manufacturer, services, between other fields as which greater representation is held in the processes of an organization; since it is an area of learning and innovation, all this is understood in the formation of each one of the people, and under the influence of knowledge management in the collective welfare. Also showing the impact that the knowledge management systems will have, set forth in the ISO 9001 2015 standard. Over time, different markets have been created in a competitive environment aimed at optimally consolidating resources and assets. Everything is given with the capacity that the organization can recognize, create, transform and distribute knowledge, it must also have a vision according to the theories and findings of the world, where the organization is obliged to carry out research in order to propose schemes, to the variables as a consequence of the effective capacities in the industry and is also a starting point for the benefit to society.

Keywords: Management of the Knowledge, Collective Welfare, Collective Analysis, Innovation, Industry.

Introducción

En la actualidad se han impulsado diferentes líneas de trabajo con el motivo de generar un rendimiento mayor dentro de las organizaciones, donde se diseñan mecanismos de integración, que van a ofreciendo respuestas flexibles a momentos en el mercado para ser

más competitivos en los campos de práctica. La gestión del conocimiento surge como una necesidad sistemática, en donde comienza a jugar un papel fundamental en la creación y formación de la organización, para así generar investigaciones de los activos como también de los resultados con el tiempo aporten al beneficio de la sociedad. Al hablar de gestión de conocimiento también se habla de la responsabilidad y proyección social que debe cumplir la organización, y al mirar ésta desde un enfoque sistémico, implica no sólo mirar los procesos empresariales sino incluir al sujeto-empleado como un ser integral que también tiene múltiples necesidades que se deben cobijar para así lograr una mayor efectividad en el mundo de competitividad organizacional. Por lo tanto, se hace necesario generar un conocimiento táctico, ya que éste hace referencia a algo más subjetivo, es decir, se puede considerar un conocimiento personal lo que conlleva a que sea difícil de plantear a través de un lenguaje consecuente. Principalmente está basado en la experiencia y simultaneidad.

Por otra parte, está el conocimiento explícito, lo cual es lo inverso al conocimiento táctico, es decir, es aquel que tiende más a lo objetivo; que puede expresarse y compartirlo fácilmente con palabras y números entre individuos en forma de procedimientos, principios, datos, fórmulas, entre otros; con algún tipo de soporte.

La dimensión epistemológica es denominada como una conversión del conocimiento, lo que conlleva a que haya diferentes formas de conversión. La interacción entre las diferentes formas compone el motor principal para la creación de conocimiento (Nonaka & Takeuchi, 1999).

Por último, el activo ya no es solo la información, que se encuentra bajo el control de la empresa en el cual hay que integrar la acción de los individuos, pero en donde se tengan en cuenta sus recursos personales, retomando esto se hará una diferencia en la proyección empresarial. Por esto es necesario que se tenga plena claridad de lo que es un sistema de gestión y de cómo la aplicación de un modelo de gestión del conocimiento sería tan útil y de gran crecimiento.

Gestión del conocimiento como sistema

Antes de dar una definición o una introducción a este concepto es necesario comprender el campo de aplicación del mismo, es decir, en un sistema de gestión este “es el conjunto de normas, políticas, recursos e información cuyo propósito es liderar la gestión pública de forma que se alcance el mejor desempeño institucional y a su vez la satisfacción de las necesidades” (Ministerio de Educación Nacional, 2018).

Pero también existe otros autores que lo definen con un enfoque similar, pero desde perspectivas diferentes:

Muñoz (2008) lo define como un conjunto de elementos relacionados entre sí para establecer políticas y objetivos que permitan dirigir y controlar una organización (Muñoz Villarroel, 2008). Ogalla (2005) lo define como “un sistema de gestión es una herramienta que permite dar cohesión a todas las actividades que se llevan a cabo en una organización con el fin de cumplir sus objetivos (Ogalla Segura, 2005).

Una vez se sabe a dónde se quiere aplicar el sistema de gestión del conocimiento y se tiene claridad de ello se entra a definir el mismo:

Diferentes autores se han pronunciado y uno de ellos es Vance que dice: “El conocimiento es la información en relación con los datos en un contexto, en donde se lleva a cabo si es posible la transformación de alguna acción que se encuentra en el sistema” (Barnes,

2002); “los sistemas a su vez se pueden considerar como un fenómeno emergente en la organización, pero pueden tener indicios para la solución en una mentalidad lineal de los problemas que se presenten” (Canals, 2003). Es importante aclarar que, al referenciar la gestión del conocimiento como sistema, se consideran todas las variables posibles que se generan a partir de los diferentes actores que la conforman, y no sólo esto, sino que también están enmarcadas dentro de un espacio socio histórico y cultural propios, en donde se generan valores implícitos dentro de esta misma y propios de una pequeña comunidad, haciéndola única y especial al compararla con las demás. Por lo tanto, se pueden identificar valores, culturas dominantes y hasta lenguajes propios en las mismas.

Pero también es bueno tener como referencia otros autores, los cuales han aportado otros puntos de vista del mismo:

Es un recurso que se halla en las personas y en los objetos (físicos o no) que estas personas utilizan, pero también en las organizaciones a las que pertenecen, en los procesos y su contexto. La gestión del conocimiento consiste en optimizar la utilización de este recurso mediante la creación de las condiciones necesarias para que los flujos de conocimiento circulen mejor. (Canals, 2015)

Este autor expresa que no es el conocimiento quien en realidad se gestiona “sino las condiciones, el entorno y todo lo que hace posible y fomenta dos procesos fundamentales: la creación y la transmisión de conocimiento. (Canals, 2015), para que esto ocurra existen muchas herramientas, pero el éxito de este está en observar, interpretar y entender el funcionamiento de las organizaciones.

En el artículo la gestión del conocimiento en la nueva economía La gestión del conocimiento (GC) se define como “la gestión del capital intelectual en una organización, con la finalidad de añadir valor a los productos y servicios que ofrece la organización en el mercado y de diferenciarlos competitivamente” (Serradell & Perez, 2013)

Según Davenport “La gestión del Conocimiento la gestión del conocimiento debería preocuparse por explotar y desarrollar los activos de conocimiento que posee la organización a fin de que ésta pueda llevar a cabo su misión”, lo cual permitiría la inclusión y ejecución eficaz de los procesos que estén directamente relacionados con el conocimiento (Davenport, 1998, págs. 114-135)

Es por esta razón que, al abordar la Gestión del Conocimiento del sistema, debemos rescatar al sujeto en su integralidad, ya que como lo menciona (Valhondo, 2003) "El conocimiento se transfiere en un contexto social, ya que el lenguaje y la tradición son sistemas sociales que se almacenan con el tiempo y después se transmiten hacia la sociedad para generar opiniones subjetivas". A partir de estas definiciones se concluye que los sistemas de la gestión del conocimiento deben apuntar a capacitar las organizaciones para que puedan ser más flexibles y consideren a los sujetos de acción laboral en su subjetividad para volverlas más productivas. En la actualidad se habla de la importancia de brindar a los sujetos dentro de la organización herramientas para alcanzar su desarrollo personal, llevando esto a considerar todo lo que corresponde a la teoría sobre la felicidad- y productividad empresarial.

Las organizaciones están volcadas en el contexto actual en la necesidad de comprender que los individuos que las conforman, tienen una voluntad autónoma, al momento de entender los objetivos, valores que pueden aportar o no al desarrollo de la creatividad aportando a la productividad, a partir de sus habilidades personales-individuales. Es así entonces como: “El aprendizaje depende del tiempo en que la organización tome la eficiencia en el aspecto y el liderazgo en factores importantes para que sean conscientes en una

organización que tiene la capacidad de aprender para identificar los errores y encontrar las posibles correcciones en el entorno que los rodea” (Orbegozo, 2000).

El aprendizaje organizacional desde el punto de vista organizacional es “adquirir y aplicar los conocimientos, técnicas, valores, creencias y actitudes que incrementan la conservación y el desarrollo de una organización. Es decir “Unir juntos los componentes del conocimiento existentes en una nueva forma” (Guns, 1996)

Algo importante que cabe mencionar es el papel que juega la innovación desde el aprendizaje, lo que implica incorporar ciertas técnicas para su construcción. (Palomo, 2000) menciona tres de ellas

- Le generación de ideas
- Lluvia de ideas
- Mapeo del conocimiento

En algunos casos las personas a cargo del desarrollo de una idea o la ejecución de esta les parece que es algo muy básico, pero es de allí de donde surgen los grandes aportes, del conocimiento y aprendizaje que se ha adquirido con el pasar del tiempo.

Por ultimo uno de los puntos importantes que parte de la Gestión del conocimiento, es tener en cuenta no solo el desarrollo integral del sujeto que conforman las empresas sino contextualizar la misma en donde se hace referencia a la innovación y avances tecnológicos, como lo mencionan Leonard y Straus dicen “La parte importante de una organización para un sistema de Gestión se debe innovar y no quedarse atrás de la tecnología, ya que se hace difícil competir cuando se tiene ideas y percepciones para los procesos, en evaluar la información necesaria para mejorar en la Industria” (Orbegozo, 2000).

A partir de estos planteamientos se puede dilucidar las ventajas que tiene el implementar el Sistema de Gestión de a nivel organizacional:

Nonaka dice “Para un sistema del conocimiento lo clave es encontrar algo nuevo, y así obtener una capacidad de responder más rápida hacia a los clientes, con el tiempo se van a disminuir los costos, un aumento en la rentabilidad y una mejora dentro de la Industria” (Orbegozo, 2000).

El autor Wiig dice “Con la reconstrucción, renovación, y diseminación de los conocimientos mediante su aplicación sistemática, se puede maximizar la efectividad y retorno de los activos que cuenta los conocimientos a largo y a corto plazo” (Del Moral, Pazos, Rodríguez, Rodríguez-Paton, & Suárez, 2008).

Según los autores Manville y Foote dicen “Los sistemas como gestión del conocimiento se manejan para aprender e interiorizar la información para que los individuos se empujen por medio de una tecnología centralizada con el tiempo” (Barnes, 2002).

Los autores Pérez y Montora comentaron sobre la gestión del conocimiento lo siguiente “Es una conducta que guía las acciones de cada persona para crear algo que se necesite y con el tiempo se va actualizando, ya que la información cambia, y sea más factible como resultado para las demás personas” (Hinacapie, 2009).

Los autores Kleiner y Roth han pronunciado “El producto al éxito está dado hacia la innovación y el desarrollo, en una distribución después de trabajar unidos por un fin común, también poder encontrar las posibles soluciones que suele suceder con el tiempo” (Orbegozo, 2000).

El autor John Seely Brown ha pronunciado “Se debe tener en cuenta la tecnología para poder reforzar la innovación de la organización, ya que tiene lugar experimentar diferentes

técnicas para la producción de un mejor producto, y así tener una satisfacción para los clientes” (Orbegozo, 2000).

Los autores Quinn, Anderson y Finkelstein proponen “Hay que gestionar la capacidad dada en la parte humana y con el tiempo convertirlo en un producto y servicio para el beneficio de la comunidad, también tratar de mejorarlo para que sean los resultados mejores con el tiempo” (Orbegozo, 2000).

Y el autor Peter Senge dice “En el conocimiento como sistema, las organizaciones desarrollan capacidades de crear resultados que los lleven a propiciar diferentes formas de pensar en los temas que los llevan a la misma dirección en común de las demás personas, en donde en cada instante se encuentren aprendiendo formas diferentes para sobresalir en las distintas acciones que se requieran” (Valhondo, 2002).

Por último, aparece Bunge diciendo “Los resultados van cambiando, por las correcciones que se le hacen al documento con el tiempo, ya que la tecnología va cambiando con el tiempo para que sea más factible y su comunicación de los resultados sean beneficiosos para las demás personas que se encuentren utilizando aquella información” (Hinacapie, 2009).

Gestión del conocimiento en la educación superior

Desde la perspectiva de (Burton, 1991) “La manipulación del conocimiento remite a las actividades y procesos de producción, conservación, depuración y transmisión de conocimientos que históricamente institucionalizaron las universidades y centros de investigación”.

Es característico dentro del ambiente empresaria el que se generen diferentes temas relacionados con información a los directivos de las organizaciones con perspectiva financiera enfocada a la información económica de la empresa la cual es punto vital para cualquier organización y para ello se utilizan indicadores de rentabilidad, también con la perspectiva del cliente puesto que se puede generar nuevo conocimiento o simplemente una mejora de este, puesto que al momento de conocer o interactuar con el cliente se tiene en cuenta para su posicionamiento en la Industria, la perspectiva de proceso interno, que busca obtener información de los procesos internos de la organización, mirar en que procesos puede estar fallando a nivel interno y poder cumplir sus objetivos, y la última perspectiva es la de aprendizaje y crecimiento de una organización, que provienen principalmente de las personas que participan dentro de esta, ya que las personas ayudan a mejorar los sistemas y procesos lo que va generando una transferencia de conocimiento de forma indirecta o simplemente se va creando nuevo conocimiento.

Como esto es claro mirando desde las empresas financieras el objetivo también es llevar la Gestión del Conocimiento a otros contextos, en donde los lenguajes financieros e incluso los administrativos llegan a ser casi desconocidos, o no son tan implementados y desarrollados como en otro tipo de empresa; pero es importante que a nivel de educación también se hable desde la globalización, de cliente y de implementación de proyectos de calidad en la misma, representado esto por los procesos de acreditación institucional. Por esto se hace fundamental el implementar este lenguaje desde los Sistemas de Gestión Calidad, en instituciones encargadas de la educación superior, para mantener procesos eficaces y así establecer una cultura del mejoramiento continuo.

En la parte estructural de Gestión del conocimiento se debe promocionar las interacciones de lo que se necesita entre los colaboradores y divisiones, en donde se genera la capacidad de adaptar un entorno dinámico y cambiante con el tiempo.

La gestión del conocimiento incentiva el establecimiento de metas y valores, y en la medida en que el empleado se sienta valorado se incrementara una cadena en donde se intensificara el buen uno de cada uno de los procesos establecidos. Un punto positivo adicional es que esta estructura no solo podrá plantear una visión estratégica clara y concreta, se desarrollará un sentido de pertinencia y de contribución dentro de la organización. Es incluir, dentro del lenguaje de la educación superior el lenguaje de la Gestión del Conocimiento, en donde también hay proyecciones y responsabilidades sociales.

Metodología de la gestión del conocimiento

Consiste en extraer información sobre el conocimiento que hay dentro de la empresa por medio de las personas, datos y documentos que está dispone dentro de sus bases de datos.

Lo primero es identificar que se tiene como objetivo fundamental, determinar e identificar los conocimientos que poseen las empresas, después de ello se debe seleccionar la base de datos que aporte la información más significativa y necesaria para obtener conocimiento.

Después se debe establecer los mecanismos necesarios para conocer en su totalidad la cultura organizacional y cuáles son los mecanismos hacia la solución de problemas que están establecido, lleva a que se defina una estrategia para enriquecer estos datos y herramientas de solución. Los aspectos que hay que tener en cuenta para obtener la información de los datos son:

Analizar y diseñar conocimientos para cada fuente resaltando los aprendizajes, fortalezas y habilidades de cada uno de los partícipes en esta cadena de información; con el fin de visualizar el conocimiento más allá del texto con el fin de evocar, codificar, compartir, usar y expandir conocimiento, es decir, que con esta información se podrá crear bases de datos nuevas con una mayor organización (I. Sánchez, 2008).

Almacenar, es actualizar los conocimientos de las diversas fuentes utilizadas con el fin último de compartir y brindar el acceso y a la red de expertos, a través de un portal corporativo, en donde se puede encontrar de una manera clara, ordenada y actualizada. la cual se puede encontrar de manera ordenada y clara. Los pasos anteriores permiten que el ciclo de la gestión del conocimiento se incorpore dentro de la organización como una práctica habitual.

Al llegar a la organización lo primero que se hace es realizar un diagnóstico que permite determinar el estado en que se encuentra la gestión del conocimiento, posteriormente se definen las necesidades del conocimiento organizacional y de su gestión. Y a partir de estos se establecen cuáles serán los objetivos fundamentales del conocimiento para las personas que están encargadas de administrar la organización y así poder desarrollar las estrategias que se llevan dentro de la misma, permitiendo el cambio de mentalidad para toda la compañía para que pueda haber una adaptación más fácil y rápida a los procesos que se quieran establecer.

Enseguida el almacenaje y actualización, tiene como función principal el almacenamiento de los conocimientos adquiridos anteriormente por medio del modelo o teoría que se haya elegido para la adquisición de este; los conocimientos que se hayan producido serán ubicados

en repositorios o archivos donde las personas de la compañía que quieran acceder lo puedan hacer de manera rápida y fácil en el momento que deseen.

Con respecto a la educación superior “cada vez es mayor el número de publicaciones, investigaciones, autores y organizaciones nacionales e internacionales que presentan argumentos afirmando como base del éxito organizacional la capacidad de aprendizaje y el conocimiento. (Zavarde & Yanez, 2011), pero esto no da ninguna garantía de mejores resultados, este debe ser gestionado.

Por último, la medición del desempeño en donde se determina la medición de cada uno de los ciclos de identificación, producción, almacenaje y circulación del conocimiento organizacional y para ello se deben de plantear indicadores de eficiencia (Catalán, 2002, pág. 57).

“En Colombia, en 2004, el 90 por ciento de los grupos de investigación registrados se concentraba en instituciones de educación superior públicas y privadas, y sólo 1% pertenecía a empresas” (Villaveces, 2001).

Donde a lo anteriormente mencionado se sugiere que “es la universidad la institución por excelencia que debe impulsar el desarrollo de conocimiento en el contexto de la economía global y la sociedad de la información, así como garantizar los procesos por medio de los cuales este conocimiento pueda ser apropiado, generado, codificado, conservado y transferido adecuadamente”. (Hincapie, 2009)

Pros y Contras

“La gestión del conocimiento representa una nueva tendencia en la forma de operación y gestión de una empresa u organización. Su implantación cuenta con factores que son favorables (pros) a que se realice y también con otros desfavorables (contras), tanto de tipo humano como organizativo” (Del Saz, 2011)

Existen aspectos favorables y no favorables con respecto a gestión del conocimiento en una organización, por ello se verán cada uno desde el punto de vista de varios autores:

Aspectos favorables.

Cultura racional de la organización: Podría decirse que las preocupaciones iniciales de los ingenieros de la administración estaban en dotar a la empresa de gente capaz de cumplir con determinadas tareas en serie. En esta etapa inicial preocupaba la tarea, el trabajo en serie, ante todo y el ser humano se sometía a ella. Hoy día lo que se busca es generar incentivos para motivar el alcance de los propósitos de las empresas, esto con el fin de que la persona se sintiera comprometida con el trabajo y, de ser posible, solo hablara de él hasta en sus ratos libres (un ejemplo de esto son los complejos deportivos y recreacionales que las empresas mantienen alrededor de su área de producción). Esta época se caracteriza por acercarse al corazón del trabajador a fin de que sus manos produjeran más, dentro de un contexto netamente utilitario (Fuentes, 1999).

Estrategia de dirección con visión de futuro: Es muy importante la retribución promocional mediante planes de carrera, que tenderán a reflejar la posición del individuo en la estructura organizativa en función de su trabajo colaborativo. (Del Saz, 2011, pág. 23)

Un aporte muy importante fue el de (Nonaka & Takeuchi, 1995) Dentro de la literatura especializada en el GC el modelo llave lo constituye el SECI (Socialización, Externalización,

Combinación e Internacionalización) en el que se distribuye el conocimiento en tácito y explícito, analizando el proceso de transformación del primero en el segundo y por tanto la dinámica de creación de conocimiento.

Por tanto, el:

- “Conocimiento tácito forma parte del contexto, es específico y difícil de formalizar, comunicar y transferir, se compone de ideas, habilidades y valores del individuo” (Peña & Lopez, 2002)
- “ Conocimiento explícito se soporta en datos concretos que pueden ser expresados en lenguaje formal, por lo que resulta fácilmente transferible, siempre que el receptor posea las claves del conocimiento adecuadas para su aprovechamiento. (Peña & Lopez, 2002)

En términos generales se puede inferir que los autores buscaban expresar que el proceso de generación de conocimiento es como una espiral de conversión de conocimiento tácito en explícito en la que intervienen los procesos SECI, el contexto compartido de interacción del conocimiento y los denominados activos del conocimiento, definidos como recursos imprescindibles para una firma como motores de creación de valor” (Peña & Lopez, 2002)

- Gestión eficaz de la organización: En cuanto a la información manejada en una empresa, es necesario que esta sea clara, explícita y coherente, al igual que este alineada con los objetivos y las políticas de la empresa

De la misma manera que el que conduce un vehículo necesita indicadores claros y simples para dirigirlo a su destino, el responsable de una organización o departamento precisa de algunos indicadores en los que se contengan la información para que puedan ser adoptadas las oportunas decisiones de "maniobra" (Chueque, 2000)

En la sociedad actual la informática y las telecomunicaciones producen el acceso inmediato a la información con la posibilidad de almacenar en memorias virtualmente infinitas cualquier lenguaje audio-escrito-visual. Una sociedad que nos promete el acceso instantáneo a bancos de datos y a gigantescas bibliotecas informatizadas, a partir de una simple consulta por ordenador personal. (Chueque, 2000)

- Meta de ser una organización de aprendizaje: Es necesario que las organizaciones tengan como hábito una formación constante, ya que en esto está el avance futuro; “Una organización basada en el aprendizaje es aquella que “aprovecha toda la fuerza intelectual, los conocimientos y la experiencia de que dispone para evolucionar continuamente en beneficio de todos sus partes interesadas” (Mayo, 2000)

- Auditoría, capacitación, registro y uso del conocimiento tácito: (Aguilera, 2017), Expresa que el conocimiento es una capacidad dinámica que proporciona una fuente de ventajas competitivas en las organizaciones, por lo que estas se esfuerzan en gestionarlo de manera adecuada para maximizar sus potenciales.

Hace referencia al conocimiento organizativo, “No todos los conocimientos de una organización se convierten en fuente de ventaja competitiva sostenible, lo serán solamente aquellos que contribuyan a la generación de valor económico. (Aguilera, 2017), por ende, se entiende como conocimiento “ las habilidades, experiencia, información contextualizada, valores, actitudes, know how, etc., a cuyo conjunto se denomina conocimientos esenciales” (Viedma, 2001)

- Tecnología informática moderna: En la sociedad actual la informática y las telecomunicaciones producen el acceso inmediato a la información con la posibilidad de almacenar en memorias virtualmente infinitas cualquier lenguaje audio-escrito-visual. Una sociedad que nos promete el acceso instantáneo a bancos de datos y a gigantescas bibliotecas informatizadas, a partir de una simple consulta por ordenador personal. (Chueque, 2000)

(Torres, 2018), María del Socorro expresa que adoptar nuevas tecnologías, no representa un gasto sino una inversión, perfeccionar los procesos comerciales, reducir costos, maximizar la productividad, incrementar las ventas, son premisas que las empresas deben de seguir para alcanzar el éxito dentro de un mercado altamente competitivo.

Esto porque es “aquí donde la tecnología sale al encuentro de las necesidades para el logro de las metas trazadas; es importante por lo tanto, encontrarse actualizado y hace uso de los adelantos que la ciencia y la informática nos presenta” (Torres, 2018)

Aspectos desfavorables:

- Mala planificación y organización del trabajo: “En un trabajo mal organizado no se tiene idea de las metas y objetivos finales y parciales, ni de su grado de importancia.” (Del Saz, 2011, pág. 16)

(Steiner, 1979) expresa la importancia de planificar y organizar el trabajo ya que “el proceso que determina los grandes objetivos de una organización y las políticas y estrategias que gobernarán la adquisición, uso y disposición de recursos para conseguir tales objetivos.”

- Acumulación de Poder por parte de los directivos: El liderazgo autocrático incide en el clima laboral de las organizaciones del sector financiero, entendiendo que el clima laboral es una de las partes más importantes de la organización porque está presente en todas las acciones y funciones que realiza cada colaborador en la compañía. (Moncada & Ayala, 2015)

En bastantes casos las personas que detentan este nivel de poder no quieren compartirlo ni intercambiar sus ideas, porque ello supone que las tienen que comunicar y que pueden perder la posición privilegiada. (Del Saz, 2011, pág. 18)

- Estructura mal organizada: Si la GC implica hacer una cantidad de cambios muy grande con respecto a la realización del quehacer diario, originará angustia, sensación de inseguridad y de no poder cumplir (Del Saz, 2011, pág. 18).

- Falta de incentivos personales y de participación: John Fisher, expresa la importancia de que los empleados de una organización se sientan lo suficientemente motivados para ejecutar de la mejor manera sus labores diarias “En algunas empresas serán los incentivos monetarios los que consigan reforzar el rendimiento de los empleados, mientras que en otras puede que una combinación de dinero y recompensas en especie sean el camino. (Fisher, 2005), puesto que de lo contrario el capital humano no será productivo.

- Inexistencia del trabajo en equipo: En efecto, hay personas en las que el interés individual prima (no cooperar), sobre el interés colectivo; personas que buscan su beneficio y no el colectivo, sobre todo cuando la organización no ha establecido un sistema de recompensas al trabajo en equipo. Mientras para unos el trabajo en equipo es una fuente de satisfacción, para otros es un estrés y una frustración. (Puyual, 2015).

Si una organización no tiene como cultura fuerte el trabajo en equipo, esto se convertirá en una imposición lo cual no es tomado de la mejor manera por el personal, “de esta forma el trabajo en equipo termina siendo el buque fantasma de las organizaciones empresariales: Todos hablan de él, solo algunos juraban haberlo visto, pero nadie aporta pruebas de su existencia” (Surdo, 1997, pág. 9)

- Falta de Liderazgo para la gestión del conocimiento: “Tener presente que el liderazgo quizás no lo sea todo en una empresa; pero definitivamente sin él, no hay empresa, sin su práctica le será mucho más difícil cumplir las metas y objetivos propuestos, seguramente habrá más tropiezos en las actividades donde se administre personal, si se tienen en los grupos personas que no logran sincronizar sus esfuerzos con los de los demás. (Baquero, 2011)

Por último, se puede evidenciar como las ventajas o desventajas de la aplicación de la gestión del conocimiento en un sistema de gestión no depende directamente de una persona o ente, sino que esta responsabilidad es de todo lo que conforma a una organización, y es esta quien puede lograr la correcta implementación para su funcionamiento eficaz.

Resultados

Partiendo de todo del contenido se espera:

- Evidenciar que la aplicación de un modelo de gestión a los sistemas de gestión de la calidad permite la interrelación de la organización con sus personas, contenidos, procesos, tecnología con la que cuenta de manera integral y que permitan la transformación de aquellas estructuras rígidas organizacionales en elementos más flexibles, capaces de dotar a la empresa adaptación y prevención hacia el mundo cambiante.

- El modelo de GC debe proporcionar las herramientas que permitan a la organización administrar de manera eficiente el conocimiento y de este modo se conviertan en organismos inteligentes, donde su principal objetivo y meta sea convertirse en instituciones que están en continuo aprendizaje siendo el aprendizaje su factor de mayor relevancia e impacto frente a la sociedad.

- Se espera que a partir de este modelo y su implementación las instituciones puedan realizar los cambios pertinentes en su estructura organizativa de modo que puedan crear un liderazgo competente que realice la planificación estratégica de los objetivos de la entidad de manera que estén correctamente alineados con la gestión del conocimiento.

- Al realizar la implementación de la GC, este será eficaz y solo tendrá valor si se actualiza y se usa continuamente, ya que su vida útil es muy corta y pierde su valor rápidamente

- Una vez las entidades entienden la importancia de que genera la aplicación de un sistema de gestión del conocimiento este alineado con todos sus sistemas, se espera que se pueda incrementar la productividad del factor conocimiento dentro de las universidades públicas, con el fin de poder analizar y evaluar aquellas prácticas que permiten gestionar las falencias que hay dentro de las instituciones, de modo que, una vez se tenga claridad del conocimiento adquirido se planifique la distribución del mismo y el impacto positivo que este tendrá en la sociedad.

Discusión de Resultados

En lo expresado por los autores del GC En Universidades Públicas Mexicanas, se evidencia que “Para incrementar la productividad del factor conocimiento dentro de las universidades públicas es necesario: identificar el conocimiento que a través de estas instituciones se generan y los que requieren producir para definir sus objetivos de gestión” (Luna, Reyes, & Jimenez, 2017), es decir, se debe crear un hábito en donde a través de la docencia, la investigación, la vinculación y la extensión, se pueda impulsar la producción o generación del conocimiento mediante el proceso sinérgico entre el conocimiento tácito y explícito de las IES a través de la realización de estas actividades sustantivas.

Partiendo de lo concluido en la investigación realizada se parte de que a través de la implementación de la ISO 9001 del 2015 las cuales incluyen los sistemas de Gestión del Conocimiento se puede obtener información la cual puede ser transformada en conocimiento útil, para la atención integral de los clientes, con lo que está de acuerdo (Luna, Reyes, & Jimenez, 2017), al momento de expresar “ que la gestión del conocimiento sea exitosa, es necesario investigar cómo se produce el conocimiento, ya que esto permitirá elevar su productividad, la forma en que se distribuye, así como la manera en que se intercambia.

En el caso de la propuesta conceptual de la universidad de Córdoba, basada en un modelo de gestión del conocimiento (Tordecilla, 2014) manifiesta la importancia de “la producción de conocimiento, en especial a través del eje misional de la investigación y desde la praxis laboral cotidiana al interactuar con el entorno absorbiendo información que sobre la acción de la combinación y conjugada con las competencias y valores individuales y organizacionales, es convertida en conocimiento”. Por tanto, toda acción y/o actividad ejecutada dentro de las universidades se convierte en conocimiento y esto es lo que permite el aprendizaje el cual aportara día a día a le mejora continua de los procesos que hacen parte de la organización, pero Tordecilla también manifiesta que “bajo la ausencia de una política direccionada a la Gestión del Conocimiento aspectos importantes como el registro la socialización y transferencia de lo producido no impactan en el grado que se debería al eje misional de la docencia y la misma investigación e igualmente a la gestión organizacional y el entorno”. (Tordecilla, 2014), es decir, que si no existe una cultura en las cuales las universidades direccionen sus objetivos, metas y alcances a la gestión del conocimiento no se evidenciara el crecimiento y enriquecimiento en la docencia, la investigación, etc., siendo estos los pilares de transmisión de aprendizaje a aquellos que están creando su conocimiento.

Pero no solo la Gestión del Conocimiento es usada para lo general sino también se puede incluir en los específico, como: (Linares & Piñero, 2014), a partir del diseño de un modelo de GC, buscan “Elevar la actividad de gestión del conocimiento e integrarla a la gestión de proyectos para mejorar el desarrollo de equipos de proyectos informáticos reteniendo el conocimiento de los profesionales, capturando y compartiendo buenas prácticas, facilitando la formación y el aprendizaje organizacional”, lo que se alinea con lo concluido por esta investigación ,ya que se expresa la importancia de que todas las cosas que hacen parte de la organización y que están vinculadas o hacen parte de esta, deben estar completamente interrelacionadas; siendo así una gran ventaja que si se tiene un Sistema de Gestión del Conocimiento este entre relacionado todo entre sí, en donde, al más mínimo aporte de conocimientos se vea el aporte a todas y cada una de sus partes.

Se expresa que la organización debe estar enmarcada dentro de la innovación corporativa, creación, reconocimiento y asimilación de las capacidades de los equipos, brindándoles a los

colaboradores oportunidad de crecimiento no solo en lo profesional o laboral, sino mirando el desarrollo desde una mirada integral y personal”; (Huanca, 2012), expresa que “la aplicación varía entre las universidades, observando en las universidades de Latinoamérica esfuerzos en la identificación de indicadores de Capital Intelectual y propuestas de modelos más avanzados en las universidades de España”, esto concluye a que el capital intelectual es aquel que permite el desarrollo de las capacidades que se esperan desarrollar dentro de la entidad con el fin de que el crecimiento tanto de la organización como de sus integrantes sea en todos los aspectos, que no existan limitaciones sino que por el contrario haya una beneficio mutuo.

(Segura, 2008), desarrolla un modelo de GC en la universidad de Antioquia, donde expresa que:

- El conocimiento permite generar valor y ventaja competitiva a las instituciones universitarias
- La gestión del conocimiento no es una elección, es una estrategia obligada de toda institución que desee sostenibilidad para el siglo XXI.
- La GC se debe asumir, lo más pronto posible, como un proyecto organizacional.
- El liderazgo organizacional lo están tomando las empresas de conocimiento.
- El conocimiento es la materia prima de la nueva economía, la economía del conocimiento.
- La GC es una cultura, es una nueva forma de vida personal, organizacional, estatal y, por consiguiente, social.
- A la GC no se la debe ver como una solución aislada, ni como la única opción salvadora de las instituciones.
- La GC es una disciplina y no un proceso tecnológico.

Donde partiendo de una de las conclusiones emitidas por nosotros “Pero lo más importante de la implementación de la gestión, es transformar poco a poco las estructuras rígidas organizacionales en elementos más flexibles, capaces de dotar a la empresa adaptación y prevención hacia el mundo cambiante”, se observa la relación entre lo expresado por Segura; donde se entiende que la GC no es el fin sino el soporte para alcanzar los objetivos propuesto de las instituciones, por lo que es muy importante que el GC sea parte del tejido organizacional, ya que permite la conexión de las personas, de la organización, de los contenidos, los procesos, etc.

Por último, y a manera de cierre con respecto a los anteriores autores y lo relacionado de estos con la investigación se observa que la Gestión del Conocimiento abarca la aplicación del mismo a determinadas áreas o procesos de una organización, áreas específicas o generales, por tanto, se puede decir que la GC permite la interrelación de todos los procesos de una organización

Conclusiones Generales

La globalización, la crisis mundial, los avances tecnológicos y el contexto actual del entorno empresarial de hoy, se caracteriza por presentar una alta complejidad y una fuerte competitividad; la implementación de las ISO 9001 del 2015, que incluyen los sistemas de gestión de conocimiento, que son de vital importancia para asegurar en estos tiempos cambios permanentes, la sostenibilidad en los negocios a partir de obtener información y transformarla en conocimiento útil, para la atención integral de los clientes.

La organización debe estar enmarcada dentro de la innovación corporativa, creación, reconocimiento y asimilación de las capacidades de los equipos, brindándoles a los colaboradores oportunidad de crecimiento no solo en lo profesional o laboral, sino mirando el desarrollo desde una mirada integral y personal. Ello con el fin de mejorar: canales de comunicación, mejores relaciones con clientes, proveedores, empleados, etc. Pero lo más importante de la implementación de la gestión, es transformar poco a poco las estructuras rígidas organizacionales en elementos más flexibles, capaces de dotar a la empresa adaptación y prevención hacia el mundo cambiante. Como lo menciona Sarvary, 1999: "la gestión es el arte de crear valor con los activos intangibles de la organización", es volver a rescatar el sentido de lo humano dentro de la misma, que tiene como objeto de explotar cooperativamente el recurso del conocimiento. Al implementar los controles a partir de la comunicación y cooperación entre las diferentes áreas, se van a obtener equipos comprometidos hacia la productividad y mejoramiento continuo de la cultura organizacional.

Agradecimientos

A la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá, Colombia, por generar espacios de discusión académica en temas relacionados con Gestión del Conocimiento.

Referencias:

- Aguilera, A. M. (Enero de 2017). *La gestión del conocimiento organizacional*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/312155359_LA_GESTION_DEL_CONOCIMIENTO_ORGANIZACIONAL
- Baquero, J. S. (30 de Mayo de 2011). *La Ausencia de Liderazgo, genera conflicto entre los departamentos de una empresa*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/3452/BaqueroRamosJoseSimon2011.pdf;jsessionid=BFD74AA6BDE7242B5B7B9F9856B41FCA?sequence=2>
- Burton, C. (1991). *Gestión del Conocimiento*. Obtenido de [file:///C:/Users/ANGELA/Downloads/3%20Gesti%C3%B3n%20de%20Conocimiento%20en%20Universidades%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ANGELA/Downloads/3%20Gesti%C3%B3n%20de%20Conocimiento%20en%20Universidades%20(1).pdf)
- Canals, P. A. (2015). *La Gestión del Conocimiento*. Obtenido de <http://www.uoc.edu/dt/20151/index.html>
- Capra, F. (1992). El punto Crucial . En *Ciencia, sociedad y cultura naciente* . Buenos Aires : Estaciones .

- Chueque. (2000). *Decisiones: El Gestión Eficaz De La Información Interna Para La Toma De Cuadro De Mando En Las Unidades De Información*. Obtenido de <http://www.mdp.edu.ar/humanidades/documentacion/licad/archivos/modulos/gestion/archivos/bibliografia/gestion/GUIA%205/G001.pdf>
- Davenport. (1998). *Successful Knowledge Management Projects*. Obtenido de Sloan Management Review, Vol 33 # 3: <http://www.uoc.edu/dt/20133/index.html>
- Del Saz, M. A. (abril de 2011). *Gestión del Conocimiento*. Obtenido de Pros y Contras: <https://drive.google.com/file/d/0B7WvGJ0MffwmcVN1NGI2dldsUGc/view>
- Fisher, J. G. (2005). Como Incentivar a los Empleados. kogan page. Obtenido de http://campusiep.com/recursos/extra/recursos_aula/programa-habilidades/Motivacion_liderazgo/contenido/Como_incentivar_empleados.pdf
- Fuentes, C. E. (1999). El Sentido del desarrollo humano en la organizacion. *Revistas de Ciencias Administrativas y Financieras de la Seguridad Social.*, Vol. 7.
- González, O., & Arciniegas, J. A. (2016). *Sistemas de gestión de calidad*. Bogotá: Ecoediciones.
- Guns, B. (1996). Aprendizaje Organizacional. En *Como ganar y Mantener la Competitividad*. Mexico: Prentice Hall/ Simon & Shucster Company. Obtenido de Como ganar y mantener la competitividad.
- Hincapie, C. (2009). Gestión del conocimiento, capital intelectual y comunicación en grupos de investigación. *sta virtual Universidad Catolica del Norte*, 1-25.
- Huanca, J. C. (2012). *Modelo de gestión del conocimiento para la gestion academica de las universidades publicas de bolivia*. Obtenido de <http://www.virtualeduca.info/ponencias2013/87/JuanCarlosHuancaModelodeGestiondeC>
- International Organization for Standardization. (10 de 2015). ISO 9001:2015. Ginebra, Suiza.
- Leider & ALavi. (1999). La integración entre la gestión del conocimiento y la inteligencia competitiva: la aportación de los mapas tecnológicos. *eSPACIOS*.
- Linares & Piñero. (2014). Diseño de un Modelo de Gestión del conocimiento para mejorar el desarrollo de equipos de proyectos informaticos. *Revista española de Documentacion científica*, 14.
- Luna, Reyes, & Jimenez. (Enero de 2017). *Gestion del Conocimiento en Universidades Publicas Mexicanas*. Obtenido de <https://eujournal.org/index.php/esj/article/download/8740/8354>
- Mayo, A. y. (Enero de 2000). Organizaciones que aprenden. En *(The power of learning), Una guia para ganar ventaja competitiva*. Barcelona: Gestion 2000 S.A. Obtenido de Una guia para ganar ventaja competitiva.
- Ministerio de Educación Nacional. (2018). *Manual del Sistema Integrado de gestión del ministerio de educación nacional*. Obtenido de https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-349495_recurso_48.pdf
- Moncada & Ayala, J. S. (2015). *Liderazgo Autocratico y el clima laboral*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/13700/ENSAYO-%20El%20liderazgo%20autocr%20El%20tico%20y%20el%20clima%20laboral%20%20-MILENA%20AYALA%20CALDERON-SEMINARIO%20DE%20GRADO.pdf?sequence=2>
- Muñoz Villarroel, J. (05 de 2008). *Modelo conceptual para la implantación de sistemas integrados de gestión de la calidad y medioambiental en empresas consultoras de*

- ingeniería especializadas en la ejecución de proyectos de ingeniería, procura y construcción.* Obtenido de <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAR4831.pdf>
- Nonaka & Takeuchi. (1995). *The Knowledgecreating company*. Obtenido de How Japanese companies create yhe dynamics for innovation: <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA36/DOMINGO%20NEVADO%20PE%3%91A%20Y%20VICTOR%20RAUL%20LOPEZ%20RUIZ.pdf>
- Ogalla Segura, F. (2005). *Sistema de Gestión*. Ediciones Diaz de Santos .
- Palomo, M. G. (2000). EL proceso del Marketing - innovacion como fuente de las ideas creativas. En *Rev, ingenierias* (pág. Vol. III # 8). Mexico.
- Peluffo & Catalan, M. B. (Diciembre de 2002). Introducción a la Gestión el conocimiento y su aplicación. Santiago de Chile: CEPAL, ECLAC, Naciones Unidas . Obtenido de <file:///C:/Users/ANGELA/Downloads/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20gesti%C3%B3n%20del%20Conocimiento.pdf>
- Peña & Lopez, D. &. (2002). *UNA NUEVA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO PARA ALCANZAR UNA VISIÓN INTEGRAL DE LA ORGANIZACIÓN*. Obtenido de <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA36/DOMINGO%20NEVADO%20PE%3%91A%20Y%20VICTOR%20RAUL%20LOPEZ%20RUIZ.pdf>
- Puyual, E. (2015). *Falencias sobre equipos de trabajo*. Obtenido de <file:///C:/Users/ANGELA/Downloads/Dialnet-FalaciasSobreEquiposDeTrabajo-209933.pdf>
- Segura, C. &. (Agosto de 2008). *Diseño de un modelo de gestión del conocimiento para la Escuela Interamericana de Bibliotecología*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rib/v31n1/v31n1a05.pdf>
- Serradell & Perez, E. &. (2013). *La gestión del Conocimiento en la nueva Economía*. Obtenido de <http://www.uoc.edu/dt/20133/index.html>
- Steiner. (1979). *Administracion de Empresas y Organizacion de la produccion*. Obtenido de <http://www4.ujaen.es/~cruiz/tema2.pdf>
- Surdo, E. (1997). La magia de trabajar en equipo. Cierzo.
- Tordecilla, O. D. (11 de Noviembre de 2014). *Propuesta Conceptual De Un Modelo De Gestión Del Conocimiento Para Una Universidad Pública: Caso Facultad De Ingeniería Universidad De Córdoba*. Obtenido de <http://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/download/781/894>
- Torres, M. d. (2016 de Noviembre de 2018). *Informatica Moderna*. Obtenido de Coemrcio Electronico : https://www.researchgate.net/publication/319658964_INFORMATICA_MODERNA_COMERCIO_ELECTRONICO
- Valhondo. (2003). *Gestion del Conocimineto*. Madrid: Ediciones Santo Domingo. Obtenido de <https://es.slideshare.net/JLPD1/165775318-gestiondelconocimientovalhondosolanodomingo>
- Viedma. (2001). *Intellectual Capital Benchmarking systems*. Obtenido de Journal Of intellectual Capital : https://www.researchgate.net/publication/312155359_LA_GESTION_DEL_CONOCIMIENTO_ORGANIZACIONAL
- Villaveces, J. L. (2001). *Los grupos de Investigación*. Obtenido de En: Educación Superior, Desafío Global y Respuesta Nacional. Universidad de Los Andes.:

file:///C:/Users/ANGELA/Downloads/3%20Gesti%C3%B3n%20del%20Conocimiento%20en%20Universidades%20(1).pdf

Yanez, R. (2008). El reto de la transdisciplinariedad en la problemática más allá de las Normas ISO 14000. En *Memorias del II Congreso Internacional Transdisciplinario de Investigación en Ciencias Sociales y Humanísticas*.

<https://drive.google.com/drive/folders/0B7WvGJ0Mffwmc3hSY31Od3RCSm8>.

Zavarde & Yanez. (2011). Desarrollo sustentable, universidad y gestión del conocimiento desde la perspectiva luhmaniana. *CTS*, 105-138.

Capítulo 11: Método de control multivariable aplicado a un proceso de secado de producto húmedo

Hernan Alonso Lopez Ortiz, Luis Eduardo Garcia Jaimes, Sandra Patricia Mateus Santiago.

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.
Colombia.

Sobre los autores

Hernan Alonso Lopez Ortiz: Ingeniero en Instrumentación y Control, Estudiante de Maestría en Ingeniería en el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

Correspondencia: hernan_lopez54172@elpoli.edu.co

Luis Eduardo Garcia Jaimes: Máster en Educación, Docente del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Universidad de Envigado y Universidad de Antioquia en el área de control.

Correspondencia: luisgarcia@elpoli.edu.co

Sandra Patricia Mateus Santiago: Doctora en Ingeniería – Sistemas, Docente Asociada a la Facultad de Ingeniería del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

Correspondencia: spmateus@elpoli.edu.co

Resumen

En este trabajo se presenta un método de control multivariable aplicado a un proceso de secado de producto húmedo. El objetivo principal de esta implementación es hacer viable la reducción de la cantidad de producto no conforme que se genera por los atascamientos que presenta el proceso, debido a la manipulación manual de las variables, a la fuerte interacción entre ellas y al efecto de las perturbaciones, que el sistema de control actual no contempla. Este proyecto se realizó en tres fases: descripción del proceso y variables para su modelación, desarrollo del algoritmo de control y prueba del desempeño del control frente a diferentes perturbaciones del proceso. Los resultados obtenidos con el sistema automático son simulados y validados confrontándolos con los datos tomados del proceso original.

Palabras Claves: Automatización, instrumentación, proceso multivariable, secado de producto húmedo,.

Multivariable control method applied to a wet product drying process.

Abstract

This paper presents a multivariable control method applied to a process of drying wet products. The main objective of this implementation is to make viable the reduction of the amount of product that does not adjust to the bottlenecks that the process presents due to the manual function of the variables, to strong interaction between them and the effect of the disturbances, that the current control system does not include. It presents three main activities: description of the process and variables for its modeling, development of the control algorithm and validation of the control against the different perturbations of the process. The results obtained with the automatic system are simulated and validated confronting them with the data taken from the process.

Keywords: Automation, Drying of wet product, Instrumentation, multivariable process.

Introducción

Uno de los procesos más antiguos que existe en la industria es el de secado de materiales, cuya tecnología en las últimas décadas ha mejorado debido a la necesidad de implementar procesos industriales más eficientes que reduzcan el consumo de energía y el tiempo de secado y para que alcancen niveles más bajos de humedad en las partículas (Peep, Rebassa, Kartushinsky, Tisler S, Tähemaa T & Polonsky, 2016). Estos requerimientos se han alcanzado con la implementación de la automatización.

El trabajo se realizó en una empresa del sector minero que produce carbonato de calcio usando diferentes equipos y métodos, incluyendo el secado de material húmedo, proceso en el que se ve la necesidad de reducir los tiempos muertos generados por atascamientos y la cantidad de producto no conforme producido en un secador a chorro.

Con base en lo anterior, se diseñó e implementó un método de control multivariable aplicado al proceso de secado del producto húmedo, con el objetivo de evitar el control manual de algunas variables, el efecto de las perturbaciones en el proceso y disminuir la interacción entre sus variables. El proyecto se inicia con una breve descripción del proceso de secado en el secador y sus variables, a continuación, se contextualiza el control multivariable y el uso de desacopladores para disminuir la interacción entre las variables del proceso. Luego se presentan las funciones de transferencia del sistema obtenidas con las combinaciones de las variables controladas y manipuladas y se diseñan para el secador, desacopladores simplificados y controladores del tipo Proporcional e Integral (PI). Finalmente, se realiza una comparación entre el desempeño del control multivariable implementado y el de la planta con la automatización actual.

Metodología

El secado es una operación ubicua que se encuentra en casi todos los sectores industriales que van desde la agricultura hasta los productos farmacéuticos. La tecnología de secado implica el acoplamiento de los fenómenos del transporte y la ciencia de los materiales, debido a que no se trata solo de la eliminación de líquido para producir un producto seco, sino también del desarrollo de los criterios de calidad necesarios en el producto final (Tadeusz & Mujumdar, 2009).

El proceso de secado al cual se le aplicó el método de control multivariable es usado para secar un lodo compuesto de carbonato de calcio y agua llamado slurry, que es alimentado al secador con un contenido entre 70 - 75% de sólidos y 25 - 30% de agua, hasta obtener a la salida carbonato de calcio seco con un 0.01% de humedad, a una tasa de producción entre 1800 y 2100 kg/h.

Para lograr lo anterior, el slurry es alimentado al proceso desde el tanque de preparación, mediante una bomba de presión positiva que lo inyecta a una boquilla donde es mezclado con aire comprimido caliente, obteniendo así una aspersión en el cuerpo del secador, un quemador a gas con un ventilador a velocidad fija genera aire caliente para el secado del material, este aire puede alcanzar temperaturas entre los 480 y 700°C dependiendo de las condiciones de temperatura de salida del material y el flujo de alimentación. El slurry seco es transportado a un colector de polvos utilizando un ventilador a velocidad fija y a una temperatura que está entre 145 y 155 °C, entregándolo finalmente a un sistema de transporte neumático que lo lleva a los silos de producto terminado. En la Figura 1, se muestra el diagrama de flujo del proceso de secado.

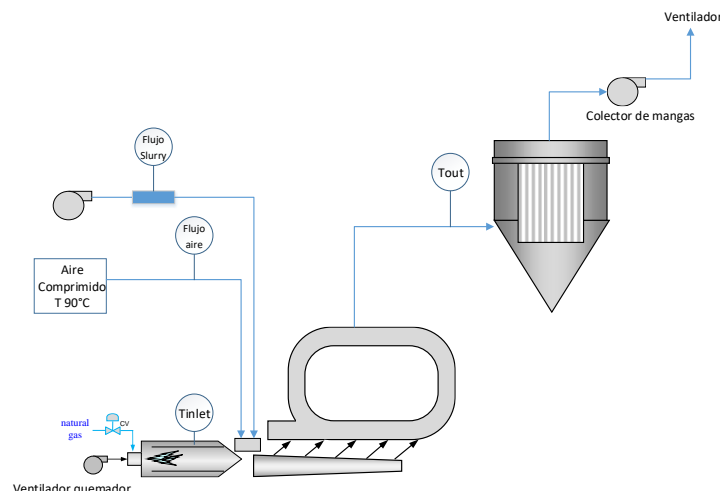


Figura.1. Proceso de secado

El problema fundamental, consistió en encontrar un método de control que tuviese la capacidad de controlar adecuadamente el proceso de secado bajo el efecto de las perturbaciones y la fuerte interacción entre sus variables y se encontró que el control multivariable cumple con este fin.

En este sentido, los procesos multivariable son sistemas con varias entradas y varias salidas en los cuales una entrada afecta a diferentes salidas y al mismo tiempo, una salida es afectada por varias entradas, como muestra la Figura 2, para un sistema 2X2 (Morilla, Vázquez, & Garrido, 2015). El control de estos procesos presenta dificultades debido a la interacción que existe entre los lazos de control (Torreblanca, 2017).

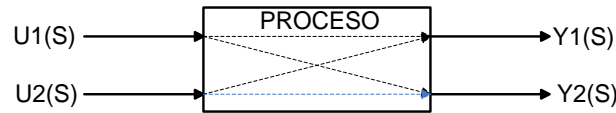


Figura.2. Proceso multivariable 2x2.

El principal objetivo al diseñar un sistema de control multivariable, para procesos industriales, es llegar a una estructura que cumpla con las especificaciones de funcionamiento y que minimice la interacción que se causan unas variables a otras (Ospina, 2009). Por este motivo, una de las principales consideraciones que se hace al diseñar una estructura de control para procesos multivariables, es determinar la forma de emparejar las variables controladas y manipuladas, para formar los lazos de control, debido a que con un adecuado emparejamiento se puede disminuir el efecto de las interacciones (Garrido, 2012). A continuación, se presenta la formulación teórica y los procedimientos aplicados para implementar un sistema de control multivariable a un proceso de dos entradas y dos salidas TITO (Two Inputs, Two Outputs).

Una de las características de los procesos multivariables MIMO (Multiple Input – Multiple Output), es el hecho de que una variable de entrada afecta en mayor o menor grado a las variables de salida, esto dificulta la operación del proceso y el diseño de su sistema de control. Una técnica utilizada para resolver el problema del emparejamiento entre variables manipuladas y controladas, y que permite estimar el grado de las interacciones en régimen permanente, es el método de Bristol de las ganancias relativas (Ramírez, 2012), (Vázquez & Morilla, 2002). Para aplicar este método es necesario obtener la matriz de ganancias relativas (RGA), la cual se calcula a partir de la matriz de ganancias estáticas en lazo abierto K.

Las salidas $Y_1(S)$ y $Y_2(S)$ del sistema 2x2 de la Figura.2 se puede escribir, en términos de las entradas $U_1(S)$ y $U_2(S)$ en forma matricial como se muestra en las ecuaciones 1 y 2:

$$Y(S) = G(S)U(S) \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} Y_1(S) \\ Y_2(S) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11}(S) & G_{12}(S) \\ G_{21}(S) & G_{22}(S) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1(S) \\ U_2(S) \end{bmatrix} \quad (2)$$

La matriz de ganancias estáticas del sistema esta expresada en la ecuación 3:

$$K = \lim_{s \rightarrow 0} G(S) = \begin{bmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Una vez obtenida K , la matriz de ganancias relativas (RGA), se calcula con la ecuación 4:

$$\lambda = K \times (K^{-1})^T = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Donde el símbolo \times significa que las matrices se multiplican elemento a elemento. La interpretación de los valores de los elementos de la matriz RGA es: (Ospina, 2009).

Si $\lambda_{ij} = 1$. No hay interacción entre las variables.

Si $\lambda_{ij} = 0$. La variable manipulada j no afecta a la variable controlada i .

Si $0 < \lambda_{ij} < 1$, Hay interacción. Máxima interacción cuando $\lambda_{ij} = 0.5$

Si $\lambda_{ij} > 1$, Cuanto más lejos de uno, más interacción.

Si $\lambda_{ij} = \infty$. No es posible el control.

Si $\lambda_{ij} < 0$. Se tendrán respuestas dinámicas lentas y malas.

Las variables se emparejan de forma que se elija el λ_{ij} mayor.

Los desacopladores son elementos de control utilizados con el objetivo de eliminar o reducir al máximo la interacción entre variables. Son funciones de transferencia o ganancias que se agregan al controlador y que descomponen el sistema multivariable en múltiples subsistemas de una sola variable, permitiendo establecer un sistema de control multivariable con controladores independientes para cada lazo de control, como se indica en la Figura 3. (Ramírez, 2012). Para dar una descripción resumida en las Figuras no se escribe el operador S de Laplace.

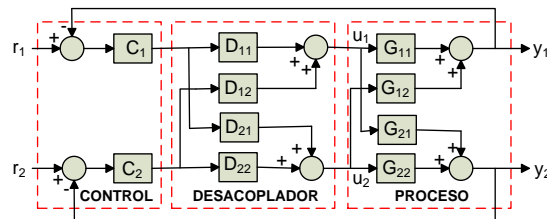


Figura.3. Sistema multivariable con desacople

Existen básicamente dos métodos para el diseño: desacople dinámico cuando la red de desacople $D(S)$ se calcula utilizando las funciones de transferencia del proceso $G(S)$ y desacople estático cuando sólo utilizan sus ganancias en estado estacionario $G(0)$. En este trabajo se analizó la aplicación de las redes de desacople simplificado en el proceso de secado.

El desacoplador simplificado se obtiene de la Figura.4. haciendo $D_{11}(S) = D_{22}(S) = 1$ y consiste en dos compensadores que sirven para minimizar el efecto de cada entrada del sistema con la salida que no le corresponde directamente como se indica en la Figura.4. (Torreblanca, 2017).

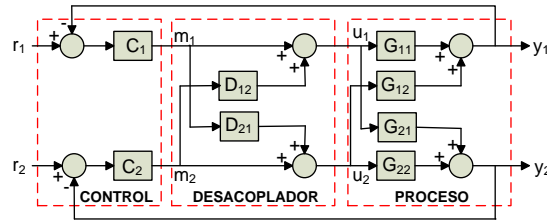


Figura.4. Desacople simplificado dinámico

Utilizando el álgebra de diagramas de bloques se obtienen la ecuación 5:

$$\begin{bmatrix} y_1(S) \\ y_2(S) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11}(S) + D_{21}(S)G_{12}(S) & G_{12}(S) + D_{12}(S)G_{11}(S) \\ G_{21}(S) + D_{21}(S)G_{22}(S) & G_{22}(S) + D_{12}(S)G_{21}(S) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1(S) \\ m_2(S) \end{bmatrix} \quad (5)$$

Para que y_1 sea independiente de m_2 debe cumplirse que: $G_{12}(S) + D_{12}(S)G_{11}(S) = 0$

Para que y_2 sea independiente de m_1 debe cumplirse que: $G_{21}(S) + D_{21}(S)G_{22}(S) = 0$

Por lo tanto, la ecuación 6 expresa los valores resultantes para D_{12} y D_{21} :

$$D_{12}(S) = -\frac{G_{12}(S)}{G_{11}(S)} \quad D_{21}(S) = -\frac{G_{21}(S)}{G_{22}(S)} \quad (6).$$

El desacoplador simplificado de estado estacionario se obtiene calculando la ganancia estática de cada una de las funciones de transferencia usadas en la determinación de los desacopladores simplificados, es decir los valores de K_{12} y K_{21} quedan expresados como se muestra en la ecuación 7:

$$K_{12} = -\frac{G_{12}(0)}{G_{11}(0)} \quad K_{21} = -\frac{G_{21}(0)}{G_{22}(0)} \quad (7)$$

En la Figura.5. se muestra la implementación del desacople simplificado estacionario.

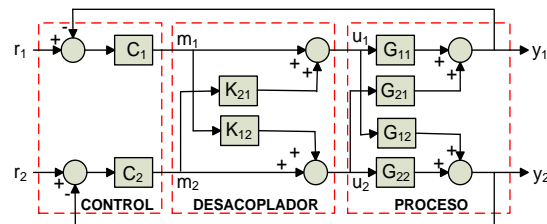


Figura.5. Desacople simplificado estático

Con el desacople inverso, las funciones de transferencia de los elementos de la red de desacople son relativamente sencillas independientemente del tamaño del sistema (Orellana, Coronel & Rojas, 2017). El desacople inverso, obtiene la señal de control como una combinación de las señales de los controladores, donde una será la señal directa de uno de

los controladores, mientras que la otra será la señal de la salida del otro controlador filtrada por los elementos de desacople como se indica en la Figura.6.

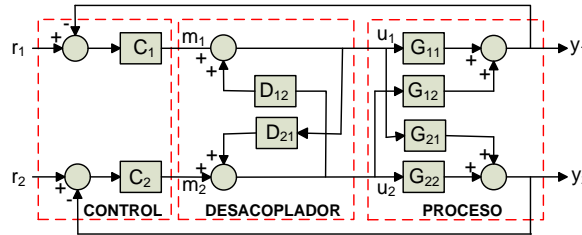


Figura.6. Desacople inverso simplificado

Utilizando la fórmula de Mason indicada en la ecuación 8 se obtiene:

$$\begin{bmatrix} y_1(S) \\ y_2(S) \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} G_{11}(S) + D_{21}(S)G_{12}(S) & G_{12}(S) + D_{12}(S)G_{11}(S) \\ G_{21}(S) + D_{21}(S)G_{22}(S) & G_{22}(S) + D_{12}(S)G_{21}(S) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1(S) \\ m_2(S) \end{bmatrix}}{1 - D_{12}(S)D_{22}(S)} \quad (8)$$

Para que y_1 sea independiente de m_2 debe cumplirse que: $G_{21}(S) + D_{12}(S)G_{11}(S) = 0$

Para que y_2 sea independiente de m_1 debe cumplirse que: $G_{12}(S) + D_{21}(S)G_{22}(S) = 0$

Por lo tanto, la ecuación 9 expresa los valores resultantes para D_{12} y D_{21} :

$$D_{12} = -\frac{G_{12}(S)}{G_{11}(S)} \quad D_{21} = -\frac{G_{21}(S)}{G_{22}(S)} \quad (9)$$

Para estimar el desacople inverso estático basta calcular la ganancia estática de cada una de las funciones de transferencia de la red de desacople inverso, como se indica en la Figura.7, es decir los valores de K_{12} y K_{21} quedan expresados como se muestra en la ecuación 10:

$$K_{12} = -\frac{G_{12}(0)}{G_{11}(0)} \quad K_{21} = -\frac{G_{21}(0)}{G_{22}(0)} \quad (10)$$

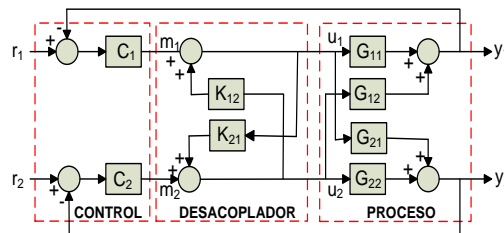


Figura.7. Desacople inverso estático.

Para establecer que variables interactúan entre ellas se realizó un análisis estadístico de correlación, al finalizar los cálculos de los controladores independientes y las redes de desacoplo se hizo un análisis del comportamiento basado en las métricas del error para llegar a concluir que la aplicación del método si resuelve el problema generado por las perturbaciones.

Análisis de Resultados.

Para analizar la interacción entre las variables, se realizó un análisis estadístico de correlación el cual se muestra en la Tabla 1.

Las entradas se definieron como: el flujo de slurry (u_1) y el flujo de gas, (u_2) y como salidas la temperatura a la entrada del quemador (T_{in}) y la temperatura de salida del secador (T_{out}).

SALIDAS	ENTRADAS	
	Flujo de slurry (l/m)	Flujo de gas (%)
Temp. de entrada al Quemador (°C)	0.978	0.816
Temp. de salida del proceso (°C)	0.474	0.679
Temp. de entrada al filtro (°C)	0.463	0.693
Humedad salida de gases filtro (%)	0.152	-0.026
Temp. de salida del Quemador (°C)	0.975	0.805

Tabla 1. Correlación entre las variables de entrada y las variables de salida

Las funciones de transferencia resultantes de la combinación de las dos entradas con las dos salidas se obtuvieron a partir de la identificación con las variables del proceso las cuales por su comportamiento arrojan funciones de transferencia del tipo cero, por tanto, es conveniente que los controladores a diseñar sean de tipo PI, con el fin de reducir a cero o a un valor mínimo aceptable, el error de estado estable. (Vázquez, y Morilla, 2002), (Vázquez, Morilla y Dormido, 1999). Para sintonizar los controladores se utilizó el método de asignación de polos.

Las funciones de transferencia obtenidas para los controladores se muestran en las ecuaciones 16 a 19.

$$G_{11}(S) = \frac{T_{out}(S)}{U_1(S)} = \frac{0.0432(S + 0.0122)}{(S + 0.01464)(S + 0.0043)} \quad (16)$$

$$G_{12}(S) = \frac{T_{out}(S)}{U_2(S)} = \frac{0.0464(S + 0.00116)}{(S + 0.00808)(S + 0.00678)} \quad (17)$$

$$G_{21}(S) = \frac{T_{in}(S)}{U_1(S)} = \frac{1.237(S + 0.0144)}{(S + 0.2275)(S + 0.00275)} \quad (18)$$

$$G_{22}(S) = \frac{T_{in}(S)}{U_2(S)} = \frac{0.164(S + 0.0122)}{(S + 0.0288)(S + 0.00515)} \quad (19)$$

Para evaluar las interacciones entre variables manipuladas y variables controladas en régimen permanente se utilizó la ecuación de Bristol. Para el secador queda en la forma expresada en las ecuaciones 20 y 21:

$$\begin{bmatrix} T_{out} \\ T_{in} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{21} & G_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \quad (20)$$

$$K = \begin{bmatrix} 8.372 & 0.982 \\ 28.472 & 13.489 \end{bmatrix} \quad (21)$$

Una vez obtenida K , la matriz de ganancias relativas (RGA) λ , que se calculó mediante la ecuación 4 da como resultado la ecuación 22.

$$\lambda = \begin{bmatrix} 1.329 & -0.329 \\ -0.329 & 1.329 \end{bmatrix} \quad (22)$$

De la RGA se observa que $\lambda_{12} < 0$ y $\lambda_{21} < 0$, y que $\lambda_{11} > 1$ y $\lambda_{22} > 1$ con estos últimos valores las interacciones son significativas por lo tanto, las mejores parejas de variable controlada –variable manipulada son: $T_{out} - u_1$ y $T_{in} - u_2$.

El diagrama de bloques con las condiciones ya descritas con el sistema completo, los controladores y la red de desacoplo queda como se indica en la Figura.8.

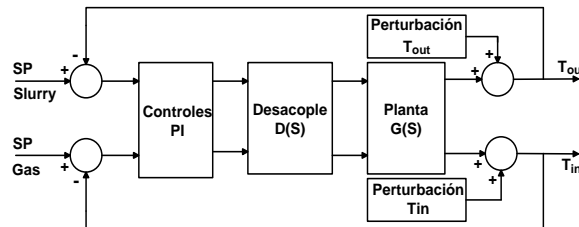


Figura.8. Implementación de los controladores y la red de desacoplo

A continuación, se presentan las redes de desacoplo obtenidas.

La red de desacoplo simplificada dinámica se calculó y da como resultado lo que se indica en las ecuaciones 23 y 24:

$$D_{12} = -\frac{G_{12}}{G_{11}} = -\frac{1.074(S + 0.00116)(S + 0.01464)(S + 0.0043)}{(S + 0.0122)(S + 0.00808)(S + 0.00678)} \quad (23)$$

$$D_{21} = -\frac{G_{21}}{G_{22}} = -\frac{7.542(S + 0.0144)(S + 0.0288)(S + 0.00515)}{(S + 0.2275)(S + 0.00275)(S + 0.0122)} \quad (24)$$

La red de desacoplo simplificada estática se calculó y da como resultado lo que se indica en la ecuación 25:

$$K_{12} = D_{12}(0) = -0.117 \quad K_{21} = D_{21}(0) = -2.11 \quad (25)$$

La red simplificada inversa se calculó y da como resultado lo que se indica en las ecuaciones 26 y 27:

$$D_{12} = -\frac{G_{12}}{G_{11}} = -\frac{1.074(S + 0.00116)(S + 0.01464)(S + 0.0043)}{(S + 0.0122)(S + 0.00808)(S + 0.00678)} \quad (26)$$

$$D_{21} = -\frac{G_{21}}{G_{22}} = -\frac{7.542(S + 0.0144)(S + 0.0288)(S + 0.00515)}{(S + 0.2275)(S + 0.00275)(S + 0.0122)} \quad (27)$$

La red simplificada inversa estática se calculó y da como resultado lo que se indica en la ecuación 28:

$$K_{12} = D_{12}(0) = -0.117 \quad K_{21} = D_{21}(0) = -2.11 \quad (28)$$

Resultados:

Como los lazos se encuentran desacoplados, es posible sintonizar cada controlador PI de manera independiente. A continuación, se detallan los resultados obtenidos empezando por la sintonía de los controladores independientes, seguido del análisis de estos con cada uno de los tipos de desacopladores (Sin des: Sistema sin desacople, DSD: Desacople simplificado dinámico, DSE: Desacople simplificado estático, DID: Sistema con desacople inverso dinámico, DIE: Sistema con desacople inverso estático) explicados anteriormente.

La función de transferencia $G_{11}(S)$ que relaciona el flujo de slurry (u_1) y la temperatura de salida del secador (T_{in}), tiene tiempo de establecimiento $t_{s11} = 1200$ s. Para asignar los polos deseados de lazo cerrado, se asume que $t_s = 1000$ s y coeficiente de amortiguamiento $\xi = 0.8$ con el fin de garantizar una respuesta un poco más rápida que la correspondiente al proceso en lazo abierto. Con estas condiciones, el sistema tiene polos dominantes de lazo cerrado en $S = -0.00333 \pm j0.0025$. El controlador PI para este proceso se expresa en la ecuación 29:

$$G_{C1}(S) = 0.1269 + \frac{0.000493}{S} \quad (29)$$

Por otro lado, la función de transferencia $G_{22}(S)$ que relaciona el flujo de gas (u_2) y la temperatura de entrada del quemador (T_{in}), tiene tiempo de establecimiento $t_{s22} = 916$ s. Para asignar los polos deseados de lazo cerrado se asume, $t_s = 800$ s y coeficiente de amortiguamiento $\xi = 0.8$, logrando así mayor velocidad de respuesta en el proceso. Con esas condiciones, el sistema tiene polos dominantes de lazo cerrado en $S = -0.005 \pm j0.00375$. El controlador PI para este proceso se expresa en la ecuación 30:

$$G_{C2}(S) = 0.1088 + \frac{0.000661}{S} \quad (30)$$

En las Figura.9 a 13 se muestran las respuestas de las variables controladas del secador ante cambios en el setpoint con los diferentes tipos de desacopladores diseñados. Los cambios se realizaron bajo las mismas condiciones de trabajo.

En la Figura.9. se observa el sistema con los controladores PI sintonizados, pero sin desacopladores. Se observa que un cambio en la referencia del flujo de slurry afecta inmediatamente la temperatura mientras que el cambio en la referencia de esta variable prácticamente no tiene incidencia sobre el flujo de slurry.

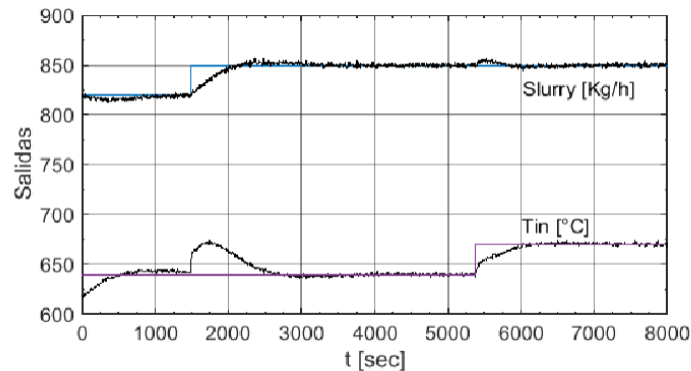


Figura.9. sistema de control sin desacople

La Figura.10. corresponde al sistema con los controladores PI sintonizados y con desacople dinámico simplificado. Se observa que un cambio en la referencia del flujo de slurry afecta la temperatura, pero, a diferencia del caso anterior, en este la temperatura del quemador desciende y luego se estabiliza en el valor de referencia igualmente, un cambio en la referencia de esta variable no genera cambios significativos en el flujo de slurry.

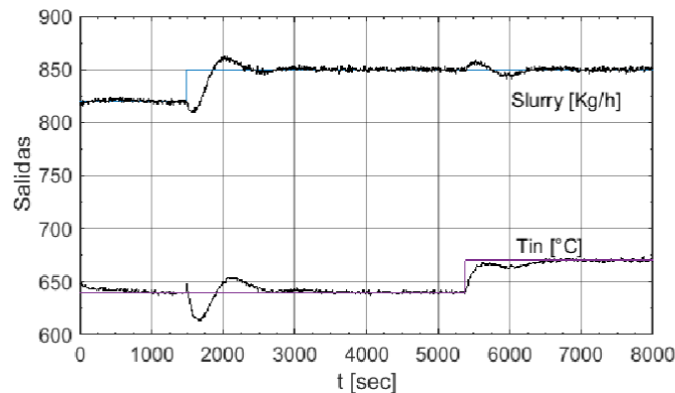


Figura.10. Sistema con desacople simple dinámico.

La Figura.11. corresponde al sistema con los controladores PI y desacople estático simplificado al igual que en los casos anteriores, un cambio en la referencia del flujo de slurry afecta la temperatura la cual experimenta un incremento significativo y luego se estabiliza en el valor de referencia igualmente, un cambio en la referencia de esta variable no genera cambios en el flujo de slurry.

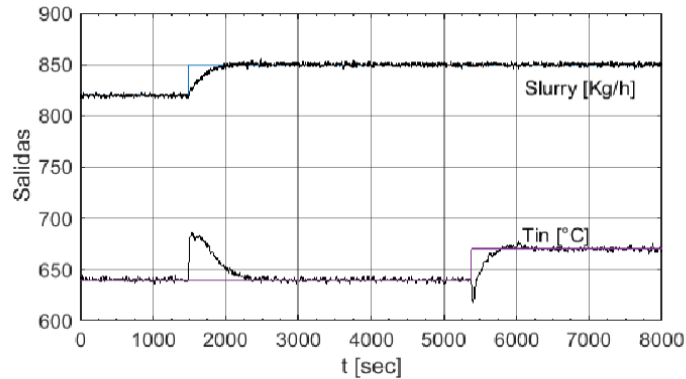


Figura.11. Sistema con desacople simple estático

La Figura.12. muestra la respuesta del proceso con los controladores PI y con desacople inverso dinámico. Se observa que un cambio en la referencia del flujo de slurry afecta la temperatura que luego se estabiliza en el valor de referencia, además, en este caso, un cambio en la temperatura genera cambios en el flujo de slurry.

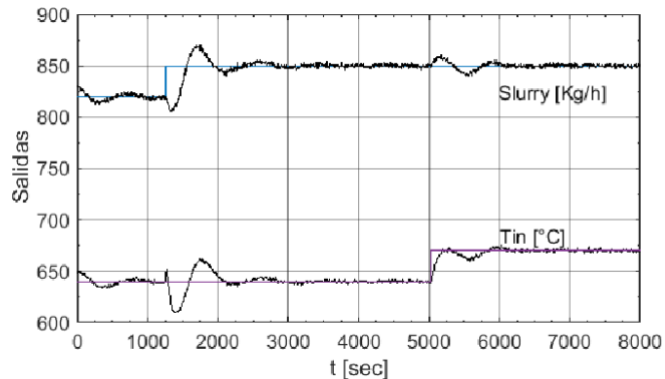


Figura.12. Sistema con desacople inverso dinámico.

Finalmente, en la Figura. 13. Se ilustra cuando se utiliza desacople inverso estático, los cambios en el flujo de slurry no afectan en forma significativa la temperatura del quemador, sin embargo, en este caso, al aumentar la temperatura del quemador se presenta incremento momentáneo significativo en el flujo de slurry con el tiempo, pero retorna al valor de referencia.

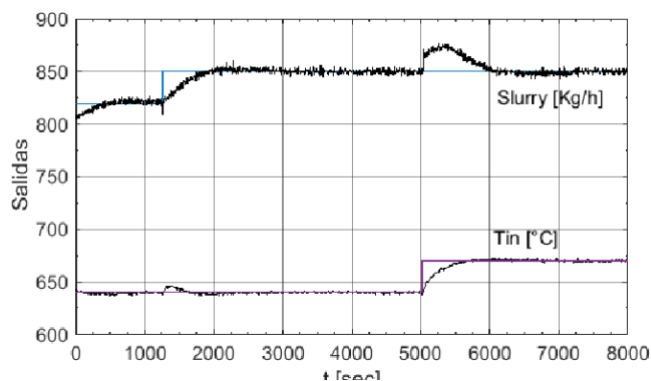


Figura.13. Sistema con desacople inverso estático.

Discusión de resultados.

Para establecer una comparación cuantitativa del desempeño de los diferentes tipos de desacopladores, se utilizaron métricas basadas en el error: integral del error absoluto (IAE), integral del cuadrado del error (ICE) y el error medio medido (EM) en la zona de estabilización definitiva del proceso. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

En la Tabla 2 se presentan los valores estimados para cada uno de los criterios de comparación establecidos al introducir un cambio en la referencia del flujo de slurry. El IAE y el ICE se miden desde antes de aplicar el cambio de referencia y hasta que el sistema se estabilice. El EM se mide con el promedio de los últimos datos una vez estabilizado el proceso, es decir, hace referencia al error medio de estado estable. Atendiendo a este último criterio, el sistema de mejor desempeño es el DID, pero si se analiza los criterios de la integral del error, el sistema con mejores resultados es el DSE que sería el recomendado.

TIPO	IAE	ICE	EM [Kg/h]
Sin des	$1.18 * 10^4$	$1.63 * 10^5$	0.947
DSD	$1.29 * 10^4$	$3.51 * 10^5$	0.917
DSE	$8.36 * 10^3$	$1.02 * 10^5$	0.937
DID	$1.78 * 10^4$	$3.92 * 10^5$	0.871
DIE	$1.18 * 10^4$	$1.59 * 10^5$	1.222

Tabla 2. Criterios de error para el flujo de slurry

En la Tabla 3 se presentan los valores estimados para cada uno de los criterios de comparación establecidos al introducir un cambio en la referencia de la temperatura del quemador. En este caso, el mejor desempeño lo presenta el DID.

TIPO	IAE	ICE	EM [°C]
Sin Des	$8.18 * 10^3$	$4.63 * 10^4$	1.071
DSD	$7.63 * 10^3$	$7.17 * 10^4$	0.898
DSE	$9.21 * 10^3$	$2.06 * 10^5$	0.852
DID	$6.14 * 10^3$	$5.65 * 10^4$	0.885
DIE	$7.18 * 10^3$	$8.93 * 10^4$	0.637

Tabla 3. Criterios de error para la temperatura en el quemador

En la Tabla 4 se presentan algunas características de la respuesta temporal del proceso de flujo de slurry con los diferentes esquemas de desacople utilizados. Se aprecia que para los casos del DSD y del DID, el sobreimpulso es muy alto con respecto al propuesto en el diseño. Los esquemas de control restantes están dentro de los parámetros de diseño.

TIPO	t_s [sec]	$Mp\%$	$e_{ss}\%$
Sin Des	1000	2	0
DSD	1200	33	0
DSE	1000	1	0

DID	1200	40	0
DIE	1200	1	0

Tabla 4. Parámetros de respuesta temporal para el flujo de slurry.

En la Tabla 5 se muestran resultados de las características de la respuesta temporal del proceso de temperatura en el quemador con los diferentes esquemas de desacople utilizados. Se observa que para esta variable los esquemas de control propuestos están dentro de los parámetros de diseño.

TIPO	t_s [sec]	$Mp\%$	$e_{ss}\%$
Sin Des	800	0	0
DSD	1000	0	0
DSE	800	2	0
DID	1000	2	0
DIE	1000	2	0

Tabla 5. Parámetros de respuesta temporal para la temperatura del quemador.

En las Tablas 2 y 3 se presentan los valores IAE e ICE como índices de desempeño. Los controles basados en las estructuras DSE y DID son los que presentan un mejor desempeño comparado con las otras estructuras de desacoplo que presentan valores un poco más altos, pero en general, su desempeño es aceptable.

Conclusiones

El diseño utilizado garantiza la estabilidad del sistema en lazo cerrado y los controladores del tipo PI, garantizan el error de estado estable igual a cero. El proyecto concluye que el control multivariable por desacoplo, es una técnica que da los resultados esperados a la resolución del problema, respondiendo a las afectaciones que se generan en el proceso en presencia de las perturbaciones, cuando la interacción entre variables es fuerte, sin embargo, sería importante en trabajos a futuro analizar otras técnicas multivariable para el control del proceso.

Se presentan resultados de simulación, utilizando un modelo lineal del sistema, obtenido mediante identificación no paramétrica con datos experimentales del proceso. Estos experimentos muestran que el sistema tiene un desempeño que cumple con los requerimientos operativos del proceso y que las estrategias de control multivariable, utilizando redes de desacoplo utilizado en el secador a chorro responden apropiadamente, ante cambios ocasionados al variar los diferentes puntos de operación.

Los desacoples se calcularon utilizando un modelo matemático lineal de la planta 2x2 obtenido experimentalmente y se implementaron controladores PI para regular las variables de salida, utilizando la técnica de asignación de polos, con lo cual se logró eliminar en forma adecuada la fuerte interacción entre las variables del proceso.

Agradecimientos

A la empresa para la cual trabajo y se hizo este desarrollo por darme el tiempo para realizar esta maestría y poner a disposición todos los recursos para el análisis e implementación de este método de control en el proceso.

A mis familiares y amigos por el apoyo incondicional en todo momento.

A una de las personas que cuando he estado en momentos difíciles durante esta etapa de la maestría me ha dado aliento y me ha escuchado cuando he necesitado de ella con una voz de aliento.

Referencias:

- Vázquez, F. Y Morilla, F. (2002). Tuning decentralized PID controllers for MIMO systems with decoupling. In 15th IFAC World Congress, pp. 2172-2178.
- Peep L, Rebassa J, Kartushinsky A, Tisler S, Tähemaa T, and Polonsky A. (2016) Assemblage of turbulent jet flows through static particulate media. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences. 65(3), 284–296.
- Collado E, Domínguez P, Pizarro A (2000). Estudio técnico y económico de una planta para producir carbonato de calcio precipitado utilizado en la industria de los polímeros. Universidad Nacional de Ingeniería. Programa académico de ingeniería de petróleo y petroquímica.
- Vera, M. (2012) Metodología de Diseño Simultáneo de Proceso y Control aplicada a un secado por atomización multiproducto para sustancias químicas naturales. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Minas, Escuela de Procesos y Energía Medellín, Colombia
- Diosa, J. Casanova, H (2015) Cambios microestructurales de agregados de carbonato de calcio generados a partir de secado por aspersión. 1 Grupo de Coloides, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, A.A.1226, Medellín.
- Tadeusz Kudra, Arun S. Mujumdar. Advanced Drying Technologies, 2a. ed., 2009, Taylor & Francis Group. Boca Raiton, London, New York.
- Morilla, F. Vázquez, f. Garrido, J. (2015). Control centralizado PID 2x2 por desacoplo. Departamento de Informática y Análisis Numérico, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales, 14071 Córdoba.
- Torreblanca, A. (2017) Desarrollo de un procedimiento teórico-práctico para el conocimiento y experimentación de sistemas multivariables particularmente en el caso de 4 tanques

para fines didácticos. Tesis de grado. Universidad nacional San Agustín. Facultad de Ingeniería.

Ospina, M. (2009). Diseño de un sistema de control multivariable para un circuito de molienda en húmedo. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Escuela de Ingeniería de Materiales Medellín.

Garrido. (2012) Diseño de sistemas de control multivariable por desacoplo con controladores PID. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Educación a distancia. Departamento de Informática y Automática. Madrid.

Ramírez, R (2012). Análisis dinámico y control multivariable del sistema de tanques interconectados Feedback 33-230. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica

Orellana, R. Coronel, M., Rojas, R. (2017). Effect of decoupling techniques in multivariable systems. Universidad de Los Andes (ULA), Venezuela. ISSN: 0122-3461 (impreso). 2145-9371 (on line)

Vázquez, F., Morilla, F. (2002). Tuning decentralized PID controllers for MIMO systems with decouplers. Proceedings of the 15th IFAC World Congress. Barcelona, Spain.

Vázquez, F., Morilla, F., Dormido, S. (1999). An iterative method for tuning decentralized PID controllers. Proceedings of the 14th IFAC World Congress. Beijing, China.

Capítulo 12: Capacitación y formación en competencias gerenciales para supervisores de una empresa floricultora de la Sabana de Bogotá.

Esperanza Díaz Vargas
Universidad de La Salle.
Bogotá- Colombia

Sobre la Autora:

Esperanza Díaz Vargas: Máster en Docencia de la Universidad de La Salle. Especialista en Gerencia de Recursos Humanos de la Universidad Externado de Colombia, Especialista en Pedagogía de La Universidad de La Salle. Psicóloga de la Universidad Santo Tomás. Profesora investigadora de La Universidad de La Salle en las áreas de gestión humana y empresas de familia. Actualmente, soy jurado externo de trabajos de grado en la Facultad de ciencias económicas y administrativas, en el departamento de administración de empresas de la Pontificia Universidad Javeriana.

Correspondencia: esperanzadiazv@unisalle.edu.co

Resumen

La presente investigación se realizó en una empresa floricultora de la sabana de Bogotá-Colombia, que exporta a países de Europa, Asia y EEUU. Para esta indagación se construye y adapta el Formato de Diagnostico Integral que permitió identificar las Competencias Gerenciales de los supervisores. Esto con la intención de dar respuesta a la dificultad que expresaban las directivas respecto al manejo y rotación de personal en la empresa. Este tema es significativo para el desarrollo de esta investigación, una vez que es comprensible que este tipo de poblaciones son seleccionadas por su buen desempeño operativo, pero poco cualificados para dirigir personal, lo que afecta el clima laboral y, por supuesto, la productividad. La metodología usada es de tipo descriptivo con un enfoque cuantitativo. Las conclusiones de esta investigación permiten conocer las principales necesidades de capacitación de los supervisores de una empresa floricultora; de la manera en que se implemento el programa de capacitación y de apreciar estos programas de formación como una inversión y no un gasto empresarial, creando vínculos interinstitucionales entre la academia y la organización.

Palabras claves :

Clima Laboral, Competencias Gerenciales, Empresa Floricultora, Supervisores, Rotación de personal.

Abstract

The present investigation was carried out in a floriculture company of the savannah of Bogotá- Colombia, which exports to countries of Europe, Asia and the USA. For this inquiry, the Integral Diagnostic format was created and adapted, which allowed identifying the managerial competencies of the supervisors. This with the intention of responding to the difficulty expressed by the directives regarding the management and rotation of personnel that is generated in the company. This topic is significant for the development of this research, once it is understandable that these types of populations are selected for their good operational performance, but poorly qualified to direct personnel, which affects the work climate and, of course, productivity. The methodology used is descriptive with a quantitative approach. The conclusions of this investigation allow to know the main training needs of the supervisors of a floriculture company; of the way in which the training program was implemented and of appreciating these training programs as an investment and not a business expense, creating inter-institutional links between the academy and the organization.

Key words:

Managerial Skills, Labor Climate, Floriculture Company.

Introducción

El sector floricultor inicia sus actividades en Colombia en la década de los años 60, desde entonces hasta nuestros días, las flores colombianas ocupan un lugar destacado en los mercados internacionales por su alta calidad, colorido, belleza, tamaño y variedad, cualidades que le permiten ocupar el segundo lugar como exportador mundial, después de Holanda.

Según Confecámaras, en 2016 existían 2.5 millones de Mipymes que generaron alrededor del 80.8% del empleo y aportaron en el 28% del Producto Interno Bruto (PIB), Dentro de estas se encuentra el 95% de las empresas de flores, las cuales además son empresas familiares, según el reporte de Asocolflores; entre enero y junio de 2017 exportaron US\$785 millones en flores, lo que equivale a 129.000 toneladas, aumentando el 8% en valor y 3,5% en términos de volumen frente al mismo periodo del 2016 (...) Cundinamarca exporto el 80,5% del total nacional con un incremento del 9,1% en valor, lo que equivale a US\$632 millones y 93.700 toneladas que representan un crecimiento de 2,7% en volumen frente a 2016. SENA (2017).

Según el ingeniero agrónomo Néstor Muñoz, instructor del SENA por más de 20 años, los anteriores datos muestran que para lograr estos niveles de producción, la floricultura demanda gran cantidad de mano de obra, generando 130.000 empleos directos e indirectos, siendo esta actividad agrícola la que más requiere personal por hectárea, comparándola con el sector caficultor, el cual es otro gran generador de exportaciones y divisas agrícolas para el país, ya que en café se requiere 0.6 hombres por hectárea, mientras que en floricultura, se necesitan entre 10 y 12 trabajadores por la misma cantidad de área lo cual representa aproximadamente el 55% de los costos de producción de estos puestos de trabajo generado; existe señalando además que el supervisor, como parte de los empleados, tiene en promedio 30 operarios a cargo.

Paralelo a esto, en términos generales, las empresas del sector floricultor se caracterizan por un gran dinamismo y una complejidad de problemas y necesidades internas de forma permanente, dentro de estas, es posible identificar un alto nivel de rotación del personal, ausentismo e incapacidades por enfermedad. Tales factores inciden en la productividad empresarial, así como la poca formación/capacitación de los trabajadores con relación al desarrollo de competencias blandas, entendidas como: las habilidades de comunicación eficaz, trabajo en equipo, dirección, motivación del personal, determinantes en las relaciones sociales y laborales de este tipo de instituciones. Por consiguiente, uno de los objetivos específicos para esta investigación es determinar las competencias blandas en la gestión del cambio y desarrollo de la organización, así como sus incidencias en la productividad de la empresa familia. Lo anterior se realiza con la implementación del Formato de Diagnostico Integral que permite dar una mirada específica en ciertos elementos organizacionales direccionados al manejo del personal y las dinámicas que se trabajan al interior de esta organización.

Marco metodológico:

Este estudio descriptivo-correlacional, estableció reflexiones entre jefes inmediatos, supervisores y colaboradores, midiendo 5 cinco competencias gerenciales y realizando, de esta forma, una evaluación de 360 grados a los supervisores.

El método sobre el cual se construye este proyecto es de carácter cualitativo, ya que busca, además de las acciones descriptivas de la cantidad de personal con la que cuenta la organización, analizar las estrategias de liderazgo de los supervisores y que repercuten en el rendimiento de los operarios de la planta. El enfoque será inductivo ya que tomaremos el caso particular de la empresa en mención, para que a la luz de la teoría existente se pueda propiciar un mejoramiento continuo al interior de la organización.

El enfoque cualitativo en esta investigación, se realizó en la medida en que se demuestra mediante el análisis de resultados, la relación entre eficiencia, productividad y utilidades. Allí es posible ver cómo los conflictos derivados por la falta de competencias gerenciales afectan la productividad, disminuyendo las utilidades y luego, la capacitación y formación de ellas cómo mejora el clima laboral. Con todo lo anterior, es posible decir que la información obtenida a partir de este estudio se analizará en torno un método Crítico – hermenéutico, ideal para las ciencias sociales, , que consiste en establecer un sistema de comunicación abierto, horizontal y dialéctico que facilite una mirada crítica de los fenómenos que circundan al objeto de estudio.

La población abordada para este estudio fueron novecientos trabajadores de la empresa incluyendo a la gerente de recursos humanos y a la jefe de personal. Dada la cantidad de personal con el que cuenta la empresa, se llegó al acuerdo de tomar 28% como muestra base para este estudio. Así mismo, se determinó que se evaluarían todos los supervisores y sus jefes inmediatos (Ingenieros Agrónomos) con la intención de generar mayores elementos de observación y análisis cercanos a la población colaboradora y tener factores reales de referencia relacionados con los objetivos de este estudio.

Eso significa que la población de colaboradores con la que se trabajó está determinada de la siguiente manera:

DIRECTIVOS	5
SUPERVISORES	28
OPERARIOS	224
TOTAL MUESTRA	257

Para la implementación del instrumento de evaluación y ejecución de este estudio, fue necesario hacer uso de las instalaciones de la empresa Floricultora, en el auditorio y los diferentes espacios distribuidos en la finca donde se encuentra la muestra seleccionada. El uso de estas instalaciones es dado con la intención de evitar trastocar al máximo las labores internas de los colaboradores y los tiempos destinados para el periodo de producción de la empresa.

El instrumento de investigación usado para este análisis es el Formato de Diagnóstico Integral, con el cual se evaluaron las competencias gerenciales de los supervisores de la empresa, este instrumento es adaptado a cada muestra. Para los Directivos, se estableció la Evaluación de competencias gerenciales a los supervisores; Para los Supervisores, se determinó el proceso de Autoevaluación; Los operarios, establecieron su visión sobre la Evaluación de competencias gerenciales a los supervisores, para un total de 257 individuos que hacen parte de la muestra.

Adicional a los datos presentados sobre los participantes y recursos de la investigación, a continuación, se presenta sucintamente los procesos por los cuales esta investigación ha transitado, algunos de ellos serán llevados a cabo en tiempos futuros a la presentación de este documento, ya que es una investigación en proceso de conclusión. De acuerdo con esto, el siguiente cuadro explica las acciones correspondientes a cada una de las fases por las que ha transitado esta investigación: :

Fases preliminares de la investigación:

FASE	TIEMPO DE DURACIÓN	DESCRIPCIÓN
I PROPUESTA Y PRE-DIAGNOSTICO	2 MESES	Concertar un cronograma de trabajo con las personas implicadas en el proceso de mejoramiento de la empresa; simultáneamente rediseñar el instrumento de investigación (Guía de entrevista), que aplicaremos para el diagnóstico. La mencionada Guía, entre otros contenidos, contendrá dirección, manejo del poder, elementos de comunicación, clima laboral, resolución de conflictos y trabajo en equipo
I SENSIBILIZACIÓN	6 meses	Hacer visitas que requieran observación participativa, y los diálogos para aplicar el Instrumento de Diagnóstico Integral. Lo anterior se realiza con la participación de estudiantes de 8° a 9° semestre del programa de Administración de Empresas de la Facultad De Ciencias Administrativas y Contables de la Universidad de La Salle y bajo la supervisión y acompañamiento de la Tutora encargada: Esperanza Díaz Vargas, en equipo con la Gerente de Recursos Humanos de la empresa en estudio
I CONTEXTUALIZACIÓN Y PREPARACIÓN	6 meses	Se conforma un equipo de expertos en la empresa de flores estudiada; configurado por la Gerente de Recursos humanos, la Jefe de Personal, el Ingeniero Agrónomo del Servicio de Enseñanza Nacional de Aprendizaje - SENA, la docente-

<p>I V</p> <p style="text-align: center;">APLICACIÓN Y TABULACIÓN DEL INSTRUMENTO</p>	<p>4 mes</p>	<p>investigadora de la Universidad de la Salle. Posteriormente, se convoca a la pasante de investigación de la facultad de ciencias administrativas y contables de la mencionada universidad. Esto con el fin de realizar la distribución de la muestra en forma organizada y sin afectar la producción de la empresa.</p> <p>Se consultó con una persona encargada de la parte estadística de la universidad de La Salle para realizar el proceso de tabulación del instrumento, el cual fue manejado de manera personal para cada uno de los colaboradores de la muestra, atendiendo a las exigencias de su cargo. Así mismo, nos ubicamos en la parte más cercana a la siembra; o labor que realizan los supervisores, para que el impacto en tiempo fuera mínimo y así lográramos, explicar y aplicar a todos los participantes, de manera clara y precisa el procedimiento y la importancia de este estudio. Las aclaraciones se darán a partir del nivel de escolaridad de los colaboradores ya que, en su gran mayoría, poseen básica primaria.</p> <p>Se digitalizo la información obtenida y se pasaron todas las encuestas, para realizar el análisis estadístico del instrumento aplicado.</p>
<p>V</p> <p style="text-align: center;">PLAN DE CAPACITACIÓN Y FORMACIÓN</p>	<p>4 meses</p>	<p>Se organizó un plan de capacitación, con el equipo de expertos y con base en los resultados, se analizaron las dificultades más significativas de los supervisores y se procedió a trabajar con la Jefe de personal en los horarios y permisos correspondientes para desarrollar los temas de capacitación que la docente –investigadora de la Universidad de la Salle - realizaría en el horario convenido.</p> <p>Se estableció un lugar apropiado con medios audiovisuales en el horario de 12:00 del día a 2:00 pm, donde se logró compartir, en un ambiente óptimo, los temas que se prepararon para el proceso de formación en competencias gerenciales.</p>
<p>V I</p> <p style="text-align: center;">ALCANCES DE LA PROPUESTA</p>	<p>5 meses</p>	<p>Implementación del modelo de competencias: Conocimientos, habilidades y actitudes. A través de una serie de capacitaciones que permitan formar a los jefes inmediatos y supervisores en competencias gerenciales.</p> <p>Evaluación del Cargo real Vs Cargo Esperado. Este es el inicio del trabajo de tres estudiantes que realizaran su trabajo de grado con base en los resultados obtenidos. Lineamientos en el proceso de selección de supervisores, que estén ya formados en competencias gerenciales. Entrega de informe a la empresa con la “Propuesta de un plan de carrera en la empresa floricultora” Finalmente, un proceso de asesoría permanente para retroalimentar los alcances de la investigación.</p>

Elaboración de la autora

El desarrollo de todas estas fases requieren de coordinación y de un trabajo en equipo consiente desde un objetivo común de alcanzar, mayores beneficios para la organización. De igual forma, lo más significativo es que la Universidad logra el vínculo desde la enseñanza de valores y saberes en un espacio laboral rural y requerido de intervención profesional, para lo cual se conformo un grupo de cuatro estudiantes de 9 y 10 semestre, con el respaldo de la Decana de la Facultad y bajo la coordinación de la docente como investigadora principal, y con la aprobación por el comité de investigación de la facultad. En la empresa se conto con la colaboración de la gerente de recursos humanos de la empresa floricultora, la jefe de personal y el asesor técnico del SENA

Análisis de resultados:

A continuación, se exponen algunos de los resultados del proceso de tabulación y análisis de los datos obtenidos en esta investigación en la empresa floricultora estudiada.

Se evidencia en primer lugar que los datos arrojados sobre el proceso de comunicación, que se aprecia en la siguiente grafica, responde a las generalidades de las 5 preguntas que se realizaron sobre esta competencia, cabe resaltar que las preguntas donde se menciona el respecto, el conocimiento de los objetivos a través de los supervisores, es frecuente, caso contrario cuando se les menciona sobre situaciones difíciles y el comportamiento de los supervisores es irritable, ocasionando falta de confianza con sus colaboradores.

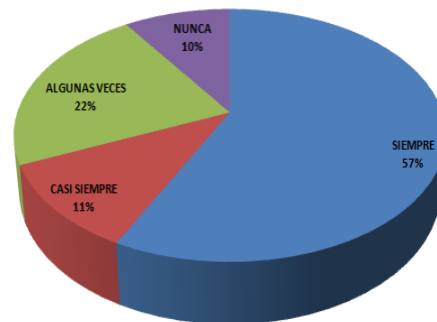


Diagrama Circular. 1. Estado General: Comunicación.

Seguido a esto, el diagrama sobre el manejo de poder muestra que el 33% de los supervisores, no desean empoderar a sus colaboradores, las recomendaciones u opiniones que ellos ofrecen al supervisor, sobre su área de trabajo son tomadas en cuenta algunas veces para la toma de decisiones, lo anterior evidencia una dificultad de algunos de los supervisores para delegar por falta de confianza en sus subalternos.

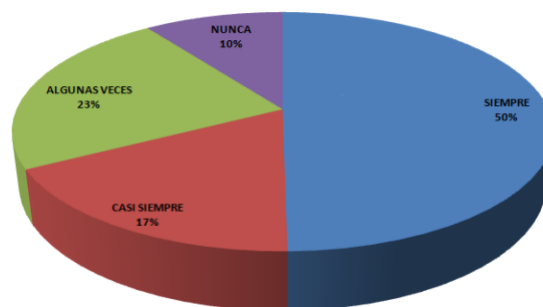
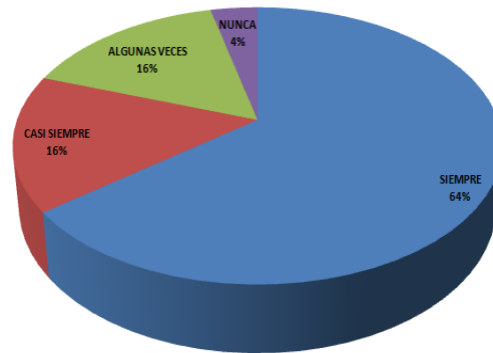


Diagrama Circular. 2. Estado General. Manejo

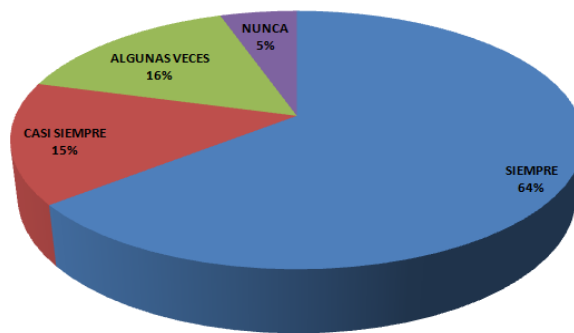
De igual forma, es posible evidenciar que, en los procesos adelantados sobre clima laboral, la gráfica muestra como los colaboradores se sienten agradecidos por las instrucciones que el supervisor le da para desarrollar mejor su tarea, esto tiene como propósito crear equipos de alto rendimiento, de tal manera que el supervisor es percibido como la persona que enseña, pero cuando el colaborador supera al supervisor, se pone a la defensiva y es así como evita

crear espacios donde sus colaboradores expresen sus ideas y conocimientos, para impedir la competencia frente a su cargo.



**Diagrama Circular. 3. Estado General:
Clima Laboral.**

Lo anterior, se ve reflejado en las acciones de trabajo en equipo, en ella se muestra que para los supervisores la planeación y organización del trabajo en equipo es fundamental, lo que los hace muy buenos coordinando las tareas de sus operarios de tal manera que sean productivos, sin embargo cuando alguno de sus colaboradores aporta una solución creativa o tiene una postura distinta a la de él, hay resistencia a aceptarlo, aun sabiendo que esto puede mejorar el rendimiento del equipo que tiene a su cargo, es posible que el supervisor sienta temor a que los vean como líderes.



**Diagrama Circular. 4. Estado General: Trabajo en
Equipo.**

Finalmente, es posible pensar en aspecto como la dirección y el manejo de conflictos, los cuales, según la muestra, resaltan que para direccionar al grupo de trabajo, los supervisores no tienen la habilidad para reconocer los conocimientos de sus colaboradores, de igual manera no tiene interés en el plan de vida de estos, ni en sus carencias motivacionales, le incomoda que no lo perciban como el jefe, así que se impone como tal, descalificando o llamando la atención de alguien de manera pública, para dar ejemplo que él es quien dirige y al cual hay que obedecer. En cuanto al manejo del conflicto se caracterizan los supervisores por un conflicto de relaciones interpersonales y de línea de mando; es decir estructural, ya que puede actuar de manera desequilibrada e injusta, como recarga laboral con alguno de sus

colaboradores. Ante situaciones conflictivas se encuentra una predisposición a buscar culpables más que soluciones acrecentando el problema y creando un ambiente laboral tenso.

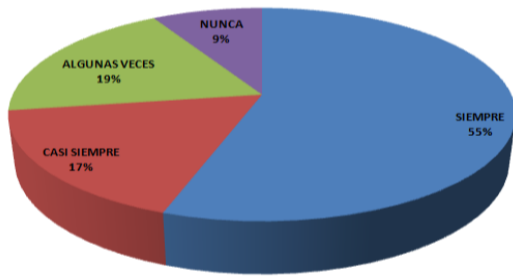


Diagrama Circular. 6. Estado General:
Dirección.

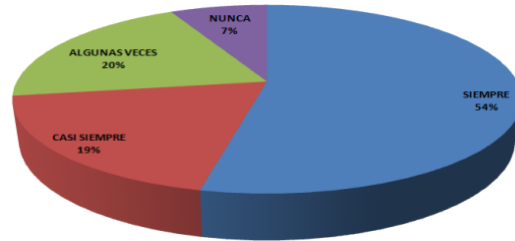


Diagrama Circular. 5. Estado General:
Manejo de Conflictos.

Discusión:

La capacitación y formación del personal en las empresas floricultoras es fundamental, se invierte tiempo considerable para darles una formación técnica que les asegure un trabajo más eficiente, puesto que el objetivo es dar respuesta a la demanda de los clientes, que cada vez son mas exigentes con las normas de calidad. Es así como se descuida las competencias blandas, como liderazgo, trabajo en equipo, comunicación, dirección de equipos, manejo de poder y de conflictos, entre otras que son esenciales para crear un clima laboral agradable, sabemos que no es fácil este oficio del floricultor son personas que se exponen físicamente a fuertes cambios ambientales y que la gran mayoría de ellos llegan de otras partes del país a trabajar en flores por necesidad económica. Pensando en esta situación laboral se tratara un tema que nos atañe a todos: ¿la capacitación es un costo o una inversión para la empresa?

Para dar respuesta a la pregunta formulada se hará referencia a Ron Ashkenas (2010) quien en su artículo *como convertir el entrenamiento en resultados*, nos dice: “La mayoría de personas estarían de acuerdo que el desarrollo de directivos es un componente critico para el éxito de la organización, especialmente si usted cree que un equipo de liderazgo fuerte logra una diferencia competitiva”. Sin embargo cuando se establece en tiempos de crisis y cambio organizacional, la capacitación y el entrenamiento son las primeras cosas que se eliminan.

Es difícil establecer una relación clara entre la formación y desarrollo del personal y los beneficios en términos de productividad para la empresa, y esto se debe un poco a la inconsistencia de los talleres de capacitación y sus contenidos, que si bien son llamativos y logran despertar el interés de quienes lo toman, al paso de dos o tres meses no se ven los resultados en su puesto de trabajo. Sera que como bien lo afirma el Dr. Rodolfo Llinás, falta contexto en lo que se enseña, es usual que no se establezca una relación entre el entrenamiento y los resultados, en ocasiones ni se mide el impacto de la capacitación en el desarrollo de su trabajo, lo que es aun peor es que en algunas instituciones de carácter gubernamental desarrollan una serie de capacitaciones solo con el fin de gastar el presupuesto anual que se destina para ello, sin realizar un diagnostico de las verdaderas necesidades de formación de los participantes y lo que es mas decepcionante y que raya con una falta de

ética laboral, es que las asumen como una oportunidad de negocio para cobrar altas sumas de dinero y así obtener una parte de este para beneficio propio.

Si apreciamos lo expuesto anteriormente podemos concluir que sin duda la percepción que se tiene de los programas de capacitación es que se pierde un tiempo laboral importante y además que genera un costo para la empresa, Ron Ashkenas (2010), asegura que:

La manera de reparar esta clase de programas es realmente muy simple, se requiere que los participantes vayan al programa con **un reto de negocio específico**, bien sea individual o como equipo. Incorporar tiempo en el programa que direcciona ese desafío dentro del programa y luego insistir para que los directivos lo ponga en práctica. GE, Honeywell, Siemens y otras compañías han usado este modelo por años, con mucho éxito y acreditan millones de dólares en beneficio. En esencia ellos han transformado las actividades de desarrollo de sus líderes de una situación costosa a una situación que genera un beneficio. Lo cual hace para ellos más difícil reducir la inversión en estos programas, cuando se disminuye el presupuesto.

Ahora bien para que esto se pueda ejecutar de manera ética y responsable se requiere de un equipo talentoso y bien dirigido y para ello se mencionara a Henry P. Sims, Jr y Charles C. Manz, quienes a través de un estudio sobre: **desarrollo de relaciones sinérgicas en el equipo** han descubierto que “un rol de liderazgo facilitador es más eficaz que un líder directivo” para llegar a esta conclusión se dedicaron a observar las diferentes juntas de equipo que la empresa General Motors en su Fitzgerald Battery Plant, se diseñó con base en equipos autodirigidos. En estas observaciones se logró establecer que los líderes de equipo influían en los procesos internos del equipo, las acciones de estos líderes difieren de los supervisores tradicionales, en la siguiente tabla apreciamos por que:

CARACTERÍSTICAS QUE DIFERENCIAN LAS ACCIONES DE LOS TIPOS DE INFLUENCIA EN LOS EQUIPOS DE TRABAJO

Líderes de equipo

1. **Juntas de equipo:** las cuales se caracterizan por la interacción de los miembros del equipo con tareas previamente determinadas para su participación.
2. **Conversaciones productivas:** donde se recompensa verbalmente, un cumplido o elogio como respuesta a una acción útil o provechosa en la empresa. Reforzando de esta manera la conducta de ayuda dentro de los equipos y promoviendo la práctica de trabajar juntos para alcanzar los objetivos a esto se le llama “retroalimentación” tanto desde lo positivo como desde lo negativo. se crea autodisciplina, pues la presión de sus compañeros, a través de su

Supervisores tradicionales

1. **Reuniones esporádicas:** las cuales se caracterizan por las novedades que trae el supervisor y las dificultades en la producción, se tiene poca participación y es de carácter informativo, no participativo.
2. **Conversaciones improductivas:** no tienen como objetivo la cohesión, cooperación y solidaridad del grupo, por lo menos no de forma explícita. Son más comunes las conversaciones informales y no conscientes de las implicaciones del trabajo en equipo. No hay retroalimentación, se exige el cumplimiento de sus deberes contractuales y se les controla de manera normativa, se les amenaza

- ejemplo como buenos trabajadores, es la manera más eficaz de control de los empleados.
3. **Asignación de tareas y horarios de trabajo:** Estas son conversaciones donde cada equipo autodirigido toma la decisión sobre quién haría cada trabajo, basados en la antigüedad de sus miembros, procurando que cada persona tuviera una participación igual tanto en las tareas pesadas como en las sencillas. El ejercicio de control sobre sus propias tareas tiene un efecto significativo en la motivación de los empleados.
 4. **Establecimiento de metas de producción y retroalimentación sobre el desempeño:** El personal está alienado y comprometido con el plan estratégico de la empresa, si bien la mayor parte de los empleados no participa en el establecimiento de las metas totales, si interviene en la decisión de cómo estas metas totales deben ser alcanzadas dentro del equipo, para ello cada equipo lleva gráficas de cantidad, calidad y seguridad en el desempeño. Dando lugar a una información compartida dentro de los equipos de la planta.
 5. **Anuncios y resolución de problemas:** se reconoce y recompensa al trabajador con tiempo, al que encuentra el problema en el trabajo y que además logra solucionarlo. Es valorar la iniciativa e identidad corporativa del trabajador. Cuando existen problemas en la empresa se anima a los trabajadores a que encuentren la solución, se les motiva a que logren buscar mecanismos para aprender a solucionar sus dificultades laborales por ellos mismos, empoderándolos a ser más diligentes. Los anuncios no solo son de índole de bienestar o de manera autoritaria cuando incumplen con sus tareas, pero no se preguntan el por qué de esta conducta.
 3. **Asignación de tareas y horarios de trabajo:** Estas son determinadas por los empleadores y están impuestas desde el inicio de su proceso laboral, los supervisores asumen el control de horarios y ausencias, las cuales informa al conducto regular de la empresa. Los permisos o licencias son diligenciadas por el área de gestión humana, quien se encarga del proceso administrativo y control de las mismas, aquí no se tiene en cuenta la antigüedad, ni la recarga laboral de algunos operarios.
 4. **Establecimiento de metas de producción y retroalimentación sobre el desempeño:** Los jefes inmediatos establecen el plan de producción de acuerdo a unas metas según las exigencias de los clientes. Los supervisores organizan la programación de las tareas que realizarán sus colaboradores, sin contar con su participación en la toma de decisiones de cómo alcanzar las metas totales. No hay registro gráfico, ni escrito de su desempeño, durante el proceso de producción, sin retroalimentación de su trabajo.
 5. **Anuncios y resolución de problemas:** no existe este tipo de reconocimientos de manera que impacte las carteleras o anuncios de la empresa para realizar un reconocimiento a nivel organizacional. Se ve como parte de su trabajo, en ocasiones la situación para quien tiene o detecta el problema es angustiante, bien por que se busca culpables y no se estimula la solución, o por que es

información laboral, sino del reconocimiento de las iniciativas y aciertos de los colaboradores en la resolución de problemas en la empresa.

mejor en cubrirlo para evitar el llamado de atención, generando un ambiente tenso para trabajar y creando malos hábitos en la comunicación, que no genera soluciones prontas y si un miedo por ser castigado en cometer un error o verlo cometer, consecuencia de una falta de retroalimentación en el desempeño de los trabajadores. Se justica así el control de los supervisores en las tareas de sus colaboradores, creando dependencia y poca diligencia en sus tareas.

Elaboración propia.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, es posible afirmar que la empresa se caracteriza por tener una estructura jerárquica que es funcional, sin embargo, trae una serie de conflictos de índole personal ya que se ocultan los conflictos estructurales e interpersonales. Ya en campo abierto, la diversidad cultural se impone, dando lugar a conflictos de tipo jerárquicos, donde el poder de experto y el poder personal se imponen, con una marcada representación del género femenino, aquí, es importante mencionar que más del 60% de los colaboradores, son mujeres y provienen de otras regiones del país como Córdoba, Sucre, Bolívar, Boyacá, Risaralda, Antioquia, Choco, Nariño, Cundinamarca, entre otros. Igualmente, muchos de los colaboradores son desplazados por la violencia y otros buscan mejores oportunidades en la capital dadas las pocas ofertas en sus territorios de origen, esto evidencia las divergencias a nivel cultural en estas agrupaciones de trabajadores.

Si bien las relaciones multiculturales hacen que el clima organizacional, en ocasiones, se perciba tenso y los comportamientos y valores culturales no se entiendan en una estructura rígida de comunicación descendente, construida por normas y valores que no permiten expresiones tan variadas de sus colaboradores. Se puede percibir que un gran cantidad de personas que no continúan en la empresa, que y terminan retirándose, es debido a las escasas habilidades gerenciales del supervisor las cuales no le permiten visualizar el problema de cultura organizacional que se genera en el interior de la organización, por tanto, no se generan acciones de mitigación de riesgos en la salida de los operarios, ni en su permanencia.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, es posible afirmar que los supervisores no solo deben ser escogidos por su buen desempeño técnico en el cultivo de flores, para este caso, el cual es fundamental para responder ante la demanda del producto, sino que se debe realizar un proceso de capacitación en habilidades gerenciales como lo son la dirección, comunicación, manejo de poder, de conflictos, trabajo en equipo. Estas competencias harán posible unas buenas prácticas gerenciales que proporcionarán el clima adecuado y una cultura fuerte y unificadora, para que el personal responda de forma más productiva y comprometida con las necesidades de la organización.

Habría que mencionar también que supervisar la tarea de otros que fueron sus compañeros de trabajo, tomar decisiones, dirigir actividades para lograr un propósito común, responder

ante los jefes inmediatos y cumplir metas organizacionales, requiere de conocimiento y experiencia, ya que dirigir es un arte, y como todo artista requiere saber ser, hacer y aprender, para coordinar de forma consiente y responsablemente las tareas de su equipo de trabajo.

A su vez, la fuerza laboral de esta empresa es liderada por mujeres, muchas de ellas cabeza de familia, casadas, madres solteras, jóvenes recién llegadas a la ciudad, en busca de un empleo digno, con deseos de estudiar y progresar. Todas ellas cumplen diferentes roles y han tenido que reestructurar su feminidad, en un ambiente que exige resistencia a los cambios de temperatura, a largas jornadas de trabajo, a fortalecer su carácter y asumir que son ellas las que llevan el sustento a sus hogares. Su trabajo requiere concentración y dedicación; un error daña el producto, un estado de ánimo o temperamento fuerte puede hacer que el clima laboral se dañe, ya que el trabajo de equipo es fundamental.

Consideremos ahora que, las mujeres son sensibles y emotivas por naturaleza, contestatarias a cambios hormonales, donde pueden responder con irritabilidad, y/o con gran susceptibilidad, lo que hace que su comunicación, probablemente, se vuelva su peor desventaja laboral. Esto puede mejorarse notablemente si las supervisoras se forman en competencias gerenciales, lo que les dará la oportunidad de fortalecer su carácter y mejorar su tipo de liderazgo.

De manera análoga, para lograr un equilibrio entre la satisfacción laboral y el clima laboral, se propone un plan de carrera que permita organizar sus principales habilidades gerenciales bajo el enfoque de Roberto Motta,(1993) quien manifiesta que-“El aprendizaje gerencial implica, por tanto, cuatro dimensiones básicas: la cognitiva, la analítica, la del comportamiento y la habilidad de la acción.”(p.27). Es fundamental capacitar a los supervisores en competencias blandas, su labor que ya de por si es exigente, se torna más difícil cuando no tienen el conocimiento para dirigir personal, las diferencias entre un líder de equipo y un supervisor explicadas en el cuadro anterior dan cuenta del gran compromiso y conocimiento de un líder frente a su equipo y a la empresa, para alcanzar niveles de productividad significativos. La elección de un supervisor no solo puede estar determinada por su buen desempeño laboral, a esto hay que agregarle una buena capacitación en liderazgo, trabajo en equipo, manejo de conflictos, comunicación, dirección y manejo del poder. Por lo tanto, la academia responde a las necesidades de la empresa floricultora; tomando como tratamiento efectivo la planeación de carrera, entendida como

un proceso continuo en el que la persona establece metas de carrera e identifica los medios para lograrlas. El fundamento de la planeación de carrera es conocerse a uno mismo. El enfoque principal de la planeación de carrera debe ser relacionar las metas y las habilidades personales con las oportunidades que estén realmente disponibles. (Wayne. M y Robert M, 2005, p. 226).

El autor Francisco Alonso (2008), me hace reflexionar después de leer un capítulo de su libro ¿por qué Trabajamos? La siguiente conclusión: las personas requieren ser felices con lo que hacen, aunque la felicidad es subjetiva, si es indispensable crear espacios de comunicación con significado y propósito colectivo en las organizaciones, esto ayudara a entender que estar bien, gozar del trabajo mancomunado y bien realizado, es sinónimo de calidad, y que si la empresa se preocupa por ser competitiva, debe reconocer, valorar y enseñar a sus colaboradores que son seres integrales, autónomos, y valiosos; que hacen parte de un gran compromiso laboral y social, esto permitirá a mediano y largo plazo, cambiar sus malos hábitos laborales, entre ellos no dejar que el estrés los enferme o inhabiliten, por

acciones más consientes que lleven a feliz termino una labor compartida y liderada por equipos autodirigidos y saludables.

Quiero finalizar haciendo mención en que:

La conceptualización más significativa para el desarrollo de este documento es la intervención psicosocial que integra una intervención psicológica con una intervención social; la primera centrada en el individuo y la segunda dirigida tanto a comunidades como a organizaciones e instituciones. Esta última implica también, cambios importantes desde la racionalidad del interventor en comunidades que han elaborado necesidades, aspiraciones, problemas. Se explicita la comunidad en tanto que, la intervención actual no apunta al individuo sino que en términos de Ayestarán (1993), citado por San Juan (1996), ha ido a contextos sociales más amplios como familia, escuela, vecindad, organizaciones, instituciones, estructuras sociales, económicas y políticas. Considera además que la intervención psicosocial necesita un modelo ecológico relacional basado en el análisis de los factores físicos, culturales, económicos y políticos que condicionan la estructuración de las redes sociales las cuales a su vez, condicionan la conducta individual. (Peláez, Cañon, Noreña, 2007, p. 192).

La anterior cita, muestra una mirada sistémica de las organizaciones, somos parte de un todo, los seres humanos requerimos sentirnos articulados con el plan estratégico de la compañía, y esto se logra cuando logramos un contrato psicológico, entendiéndose como la integración de los objetivos personales con los de la empresa. Es así como lograremos satisfacción laboral y esta llevara a procesos de motivación intrínseca que nos harán personas más comprometidas y felices en nuestro trabajo, sin olvidar el poder que tienen las empresas para crear mayor responsabilidad social, en un mundo donde se requieren gestores de ética profesional.

Agradecimientos

Agradecimiento a la Empresa Floricultora por su valiosa gestión administrativa y buena disposición, en los procesos de intervención con los colaboradores de la empresa. A la Universidad de La Salle por generar temas de estudio desde lo rural para lo rural. A Eliana Lozano, Sharon Parra y Jazmín Ríos, estudiantes que mostraron interés, disciplina y compromiso en el desarrollo de los objetivos asignados y a Martha Sánchez pasante de la universidad por su dedicación, amabilidad, apoyo y acompañamiento para aplicar el instrumento diagnóstico a toda la muestra seleccionada. A mis estudiantes que siempre me inspiran por aprender algo nuevo y compartirlo a través de los hallazgos que produce investigar. Al ingeniero agrónomo Néstor Muñoz, del SENA, quien con su experiencia y conocimiento hizo posible la conexión con la empresa floricultora. A mi amiga y colega en la pedagogía Lorena Bohórquez, por su instrucción metodológica, para vigilar por una redacción más coherente en el trabajo. A mi hermano Nelson Díaz, por su colaboración en la traducción de textos y reflexión en mi labor como docente.

Referencias

- Ashkenas, Ron (2010). Como convertir el entrenamiento en resultados. Artículo de Harward Business Review. Bogotá D.C 14 de noviembre 2018. Disponible en: <https://hbr.org/2010/06/how-to-translate-training-into.html>
- Alfonso F. Francisco (2008). ¿Por qué trabajamos?. El trabajo entre estrés y la felicidad. Editorial Diaz de Santos. España.
- Chiavenato Idalberto. (1998). Administración de Recursos Humanos. Quinta Ed. México McGraw Hill.
- Defensoria del pueblo. (2006). Mecanismos de resolución de conflictos. Editores imprenta Nacional de Colombia. Bogotá. D.C
- Flores, R. (2008). Factores que originan la rotación de personal en las empresas mexicanas. Daena: International Journal of Good Conscience. Daenda. Mexico.
- Hellriegel, Don. Jackson, Susan y Slocum, John. (2002). Administración un enfoque basado en competencias. Novena edición. Editorial Thomson. Bogotá- Colombia.
- Motta, Roberto (1993). El arte de ser dirigente. Ediciones Uniandes, primera edición. <http://www.caproflor.com/doc/Tercerboletin2017msf.pdf>
- Peláez Romero, M., Cañon Ortiz, O. y Noreña Noreña, N. (2007). La intervención psicosocial en un contexto investigativo: “Lecturas psico-sociales sobre jóvenes agrópolis* – sector rural – desde diversos actores que los intervienen”. Aletheia, [online] 25, pp.191-201. Disponible en: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/aletheia/n25/n25a15.pdf> [acceso el 26 Mar. 2018].
- Quirós, M. L. (2001). La floricultura en colombia en el marco de la globalización: aproximaciones hacia un análisis mico y macroeconómico . *Revista Universidad EAFIT*.
- SENA. (2017). Mesas Sectoriales: Radares de Conocimiento y Empleo. Mesa Sectorial de Floricultura. SENA REGIONAL CUNDINAMARCA CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA AGROPECUARIA. Tercera Edición. Asociación Colombiana de Exportadores de Flores - ASOCOLFLORES Bogotá D.C 15 de septiembre 2017. Disponible en: <http://www.caproflor.com/doc/Tercerboletin2017msf.pdf>
- STEWART Gret, Charles C. Manz, Henry P. Sims, Jr. (2003). Trabajo en equipo y dinámica de grupos. Editorial. Limusa Wiley. México. D.F
- Wayne Mondoy, Robert M. Noe. (2005). Administración de recursos humanos. Editorial Pearson. Novena edición. México. D.F
- Ramírez, L. N., Zuleta Zea, D., Agudelo Ochoa, A., Burgos Zuleta, S., Jerez Cano, D., Mejía Tabares, J., y otros. (2014). FLORICULTURA COLOMBIANA EN CONTEXTO: EXPERIENCIAS Y OPORTUNIDADES EN ASIA PACÍFICO. *REVISTA MUNDO ASIA PACÍFICO*, 2.
- Rodríguez Darío.(2005). Diagnostico organizacional. Alfaomega Grupo editor.Octava edición. México.D.F.
- Vinyamala Eduard. (2003). Tratamiento y transformación de conflictos. Editorial Ariel. S.A. España.