

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA

AVIIES 2018

Año 4, número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la Edición del volumen
Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición:
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. Joaquín Cortez González



Difusión vía red de cómputo

Noviembre de 2018

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA, Año 4 Núm 1, noviembre de 2018, es una revista anual, publicada y editada por el Tecnológico Nacional de México dependiente de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Hermosillo, por la División de Estudios de Posgrado e Investigación, con domicilio en Arcos de Belén No. 79, piso 2, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06080, Tel. 5536017500, Correo electrónico: d_vinculacion@tecnm.mx. Editor Responsable: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04- 2015-101310132700-203, con ISSN: 2448-7473, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.

Responsables de la última actualización de este volumen: Dr. Ramón René Palacio Cinco, en colaboración con: Dr. Joaquín Cortez González, Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Guillermo Valencia Palomo y Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Hermosillo, Ave. Tecnológico y Periférico Poniente SN C.P. 83170, Colonia Sahuaro, Hermosillo, Sonora, México. Fecha de término de impresión, 08 de Noviembre de 2018.

Su objetivo principal es difundir los avances en investigación a nivel posgrado y licenciatura en diversas áreas de la ingeniería, realizados durante el lapso de un año, en las instituciones participantes de educación superior del estado de Sonora.

Los artículos son sometidos a un proceso de arbitraje, por lo que su contenido es responsabilidad exclusiva de sus autores, y no representa necesariamente el punto de vista de la institución.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Enlace de acceso: www.aviies.ith.mx

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 4, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición:

Dr. Mario Barceló Soltero

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Joaquín Cortez González

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 4, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición:

Dr. Mario Barceló Soltero

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias

Dr. Guillermo Valencia Palomo

Dr. Joaquín Cortez González



Maestría en Ingeniería Electrónica
Maestría en Ingeniería Industrial
y Maestría en Ciencias de la
Computación



Posgrado en
Ingeniería Industria



Maestría en Tecnologías de la
Información para los Negocios

Noviembre 2018

ISSN: 2448-7473

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 4, Número 1.

Responsable de la edición del volumen: Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición: Dr. Mario Barceló Soltero, Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Joaquín Cortez González.

Posgrado en Ingeniería Industrial

División de Ingeniería

Universidad de Sonora

Maestría en Ingeniería Electrónica

Maestría en Ingeniería Industrial y

Maestría en Ciencias de la Computación

División de Estudios de Posgrado e Investigación

Instituto Tecnológico de Hermosillo

Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios

Instituto Tecnológico de Sonora

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 4, Número 1.

2018: Hermosillo, Sonora (México).

Responsable de la edición del volumen: Dr. Ramón René Palacio Cinco

Colaboradores en la edición: Dr. Mario Barceló Soltero, Dr. Alonso Pérez Soltero,
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías, Dr. Guillermo Valencia Palomo, Dr. Joaquín
Cortez González

Noviembre de 2018

Volumen editado en: Hermosillo, Sonora: Instituto Tecnológico de
Hermosillo

2018.

354 Páginas

ISSN: 2448-7473

Reserva de derechos **No. 04-2015-101310132700-203**, al Tecnológico
Nacional de México de la Secretaría de Educación Pública, a través del
Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Arcos de Belén No. 79, Piso PH(11)

Col. Centro,

Delegación Cuauhtemoc

C.P. 6010, Distrito Federal

ISSN: 2448-7473

La presente revista está constituida por los reportes de los trabajos de investigación que se llevan a cabo en algunos de los posgrados del área de ingeniería de las instituciones participantes. Por un lado, están los relacionados a “resultados de investigación” y por otro, los pertenecientes a “avances de investigación”.

La información e ideas vertidas en cada uno de los artículos de esta revista, son responsabilidad exclusiva de los autores. Ni las instituciones que apoyaron en la organización de este volumen, ni los editores del mismo, se hacen responsables por las faltas en las que los autores hayan incurrido en la preparación de sus trabajos. Cualquier aclaración deberá ser remitida al autor principal de cada trabajo, o en su defecto a los coautores.

Directorio

Universidad de Sonora

Dr. Enrique Fdo. Velázquez Contreras
Rector

Dra. Arminda Guadalupe García de León Peñúñuri
Secretaria General Académica

Dra. Rosa María Montesinos Cisneros
Secretaria General Administrativa

Dra. María Rita Plancarte Martínez
Vicerectora de la Unidad Regional Centro

Dr. Martín Antonio Encinas Romero
Director de la División de Ingenierías

M.C. Guillermo Cuamea Cruz
Jefe del Departamento de Ingeniería Industrial

Instituto Tecnológico de Hermosillo

M.C.E. Carmen Adolfo Rivera Castillo
Director

M.C. Aureliano Cerón Franco
Subdirector Académico

Ing. Sergio Tadeo Leyva Fimbres
Subdirector de Planeación y Vinculación

M.A. María de los Ángeles Carrillo Atondo
Subdirectora Administrativa

M.C.O. Rosa Irene Sánchez Fermín
Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

Instituto Tecnológico de Sonora

Dr. Javier José Vales García
Rector

Dra. Sonia Beatriz Echeverría Castro
Vicerectora Académica

Mtro. Javier Portugal Vásquez
Director de la División de Ingeniería y Tecnología

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez
Director de Unidad Navojoa

Comités Académicos

**Comisión Académica del Posgrado en Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial
División de Ingeniería
Universidad de Sonora**

Dr. Alonso Pérez Soltero (Coordinador del Posgrado en Ingeniería Industrial)
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Jaime Alfonso León Duarte
Dr. Luis Felipe Romero Dessens
Dr. Víctor Hugo Benítez Baltazar
Dr. Guzmán Gerardo Alfonso Sánchez Schmitz

**Consejos de Posgrado de las Maestrías en Ciencias de la Computación,
Ingeniería Electrónica e Ingeniería Industrial
División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Hermosillo**

Ingeniería Electrónica

Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. José Antonio Hoyo Montaña Dra.
Rosaila del Carmen Gutiérrez
Urquidez
Dr. Jorge Alberto Orrante Sakanassi
M.C. Rafael Armando Galaz Bustamante
M.C. Fredy Alberto Hernandez Aguirre
M.C. José Manuel Chávez
M.C. Jesús Manuel Tarín Fontes

Ciencias de la Computación

Dra. María Trinidad Serna Encinas
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. Abelardo Mancinas González
MC. César Enrique Rose Gómez
MC. Ana Luisa Millán Castro
MC. Sonia Regina Meneses Mendoza
MSI. Fernando Javier Carrasco Guigón

Ingeniería Industrial

Dr. Enrique de la Vega Bustillos
Dr. Francisco Octavio López Millán
Dr. German Alonso Ruiz Domínguez
Dr. Gerardo Meza Partida
M.C.I. Gilberto Orrantía Daniel
M.C.I. Rodolfo Ulises Rivera Landaverde

Instituto Tecnológico de Sonora

Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios

Dr. Luis Felipe Rodríguez Torres (Responsable de Programa)

Dra. Elsa Lorena Padilla Monge

Mtro. Iván Tapia Moreno

Mtro. Jesús Antonio Gaxiola Melendrez

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Mtro. Jorge Guadalupe Mendoza León

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez

Dra. Cynthia Beatriz Pérez Castro

Dr. Luis Adrián Castro Quiroa

Dr. Armando García Berumen

Revisores de las instituciones organizadoras

UNIVERSIDAD DE SONORA

M.C. Carlos Anaya Eredias
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Víctor Hugo Benítez Baltazar
Dr. Agustín Brau Avila
Dr. Federico Cirett Galán
Dr. Jaime Alfonso León Duarte
Dra. Maria de los Ángeles Navarrete Hinojosa
Dr. René Navarro Hernández
Dr. José Luis Ochoa Hernández
Dr. Jaime Olea Miranda
Dr. Jesús Horacio Pacheco Ramírez
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Luis Felipe Romero Dessens
Dra. Raquel Torres Peralta
Dr. Victor Manuel Herrera Jiménez

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO

Dra. María Trinidad Serna Encinas
Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. Jorge Alberto Orante Sakanassi.
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. German Alonso Ruiz Domínguez
M.C.I. Rodolfo Ulises Rivera Landaverde
M.C. Aureliano Cerón Franco
M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza
M.C. Ana Luisa Millán Castro
M.C. Flor Ramírez Torres
M.C. César Enrique Rose Gómez
M.S.I. María de Jesús Velázquez Mendoza
Ing. Carlos Alberto Pereyda Pierre

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dra. Erica Cecilia Ruíz Ibarra

Dr. Joaquín Cortez González

Dr. Armando García Berumen

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez

Mtro. Adolfo Espinoza Ruíz

Mtra. María Paz Guadalupe Acosta Quintana

Mtro. Mario Alberto Núñez Luna

Dr. Joel Ruiz Ibarra

Revisores externos

Dr. Gerardo Arceo Moheno, Universidad Juárez Autónoma De Tabasco, México

Dr. Ramón Andrés Díaz Valladares, Universidad De Montemorelos, México

Dra. María Teresa Escobedo Portillo, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, México

Dra. Guisselle A. García Llinás, Universidad Del Norte, Colombia

M.S.C. David Martínez Sierra, Universidad Simón Bolívar, Colombia

Dr. Alexis Messino Soza, Universidad Simón Bolívar, Colombia

Dr. Javier Molina Salazar, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, México

Dr. Pablo Payró Campos, Universidad Juárez Autónoma De Tabasco, México

Dr. Lázaro Rico Pérez, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, México

Dr. Roberto Romero López, Universidad Autónoma De Ciudad Juárez, México

Dr. Heleodoro Sotelo Sánchez, Universidad De Occidente Unidad Guasave, México

Dr. Adolfo Alberto Vanti, Universidade Federal De Santa Maria, Brasil

Dr. Ivan Henrique Vey, Universidade Federal De Santa Maria, Brasil

Dr. Miguel Wister Ovando, Universidad Juárez Autónoma De Tabasco, México

Prefacio

Entre las funciones sustantivas de las instituciones de educación superior se encuentra realizar investigación y vincularse con la sociedad, su cultura y el desarrollo. Esta revista es un medio que contribuye a ello, ya que en su contenido se presentan los trabajos de investigación desarrollados en el presente año, en algunos de los posgrados de ingeniería de las instituciones participantes. El objetivo de la revista es incrementar la vinculación entre los programas participantes con el fin de que los trabajos que aquí se presentan sean de alta calidad, tal y como son requeridos en programas incluidos en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad de CONACYT.

No se busca limitar la participación a los integrantes de los posgrados que actualmente están participando en la red, sino buscar integrarlos con otros sectores, tanto públicos como privados, ya sea a nivel licenciatura o posgrado. Para esto, como ejes se ha establecido convocar a diversos actores, y permitir la participación a través de: (i) la presentación de resultados finales de investigación y, (ii) la presentación de avances de investigación básica y/o aplicada.

Para esta edición de la revista se presentan un total de 45 trabajos, donde 14 pertenecen a resultados de investigación, mientras que 31 son relacionados a avances de investigación. Los trabajos abarcan diversas áreas de la ingeniería y han sido clasificados en 6 áreas: (i) computación y tecnologías de información, (ii) electrónica, (iii) logística y cadena de suministro, (iv) manufactura, (v) sistemas de calidad, y (vi) telecomunicaciones.

Con la esperanza de que esta revista se convierta en un espacio constante de intercambio de experiencias y de colaboración, se da la bienvenida a este Octavo volumen.

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Índice de Contenido

A.- Resultados de Investigación

Computación y Tecnologías de Información

<i>Arquitectura propuesta de un sistema móvil inteligente para enseñar lectoescritura del español a niños con parálisis cerebral atetósica.</i> Victor Manuel Saavedra Contreras, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez.....	1
<i>Prototipo de aplicación traductora a lengua de señas mexicana mediante un avatar con reconocimiento de voz.</i> Otniel Caraveo-Carvajal, Ana Luisa Millán-Castro, Beatriz Cota Ponce, María Trinidad Serna-Encinas, César Enrique Rose-Gómez.	11
<i>Prototipo de un Sistema para Identificación y Censo de Animales en Imágenes Aéreas.</i> Angel Oscar Vizcarra-Llanes, Oscar Mario Rodríguez-Eliás, Cesar Enrique Rose-Gomez, Guillermo Valencia-Palomo	22
<i>Prototipo de una aplicación móvil para el desarrollo de habilidades sociales a través del reconocimiento de gestos.</i> Ramón Omar Parra-Guerrero, Ana Luisa Millán-Castro, Marcela Patricia Vázquez-Valenzuela, César Enrique Rose-Gómez, Sonia Regina Meneses-Mendoza.....	34
<i>ROKA: una metodología de desarrollo de software para automatización industrial.</i> Iván Roberto Kawaminami García, Oscar Mario Rodríguez-Eliás, María de Jesús Velázquez-Mendoza, Sonia Regina Meneses-Mendoza	44
<i>Análisis de la herramienta de TI para el apoyo a los deportistas de alto rendimiento con relación a su desempeño académico en el ITSON.</i> Felipe de Jesús Félix Hernández, Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez.....	56
<i>Eventos de Vida y su Relación con el Padecimiento de Cáncer de Mama: Un estudio Exploratorio.</i> Roberto Aguilar Arredondo, Luis A. Castro, Luis-Felipe Rodríguez	64

Identificación de áreas de oportunidad de una empresa de lealtad y recompensas mediante la Ciencia de los Datos. Martín Humberto Córdova Cárdenas, Ramón Rene Palacio Cinco, Maria de los Angeles Cosio Leon, Gilberto Manuel Córdova Cárdenas 74

Electrónica

Algoritmo inteligente para detección de eventos de isquemia miocárdica. Gilberto Chávez-López, César Enrique Rose-Gómez, María Trinidad Serna-Encinas, Sonia Regina Meneses-Mendoza 82

Implementación de una urna electrónica para procesos de participación ciudadana. Jesús Adolfo Islas-Gerardo, Oscar Mario Rodríguez-Elías, Cesar Enrique Rose-Gómez, Sonia Regina Meneses-Mendoza, María de Jesús Velázquez-Mendoza 91

Sistema de Monitoreo de Variables Físicas mediante Comunicación Inalámbrica. Cristhian J. Axel Campos Ante, Erica Cecilia Ruiz Ibarra, Adolfo Espinoza Ruiz, Joaquín Cortez González, Ricardo Solis Granados 102

Sistemas de Calidad

Diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones en una planta de alimento para cerdo. Carlos Eduardo Ramos-Solis, Ramón René Palacio-Cinco, José Leonel López-Robles, Mario Alberto Nuñez-Luna . 113

Diseño e Implementación de un Taller de Innovación para Despertar la Creatividad en una Empresa de Control de Plagas del Sur de Sonora. Ramón Antonio Valle-Morales, Luis Alberto Díaz-Vargas, Gilda María Martínez-Solano, Jorge Guadalupe Mendoza-León 121

Telecomunicaciones

Gestión del Conocimiento Basado en Geo-posicionamiento. José Luis Ochoa-Hernández, Mario Barceló-Valenzuela, Raquel Torres-Peralta, Manuel Celestino Aguilar-Osuna..... 130

B.- Avances de Investigación

Computación y Tecnologías de Información

Análisis del comportamiento turbulento de aire en separadores mecánicos de partículas, mediante Ecuación de Reynolds y simulación por computadora. Eliel Eduardo Montijo-Valenzuela, Flor Ramírez-Torres, Aureliano Cerón-Franco, Lorenzo Zambrano-Salgado 141

Arquitectura Propuesta Para La Implementación De Tecnologías De La Industria 4.0 Dentro Del Proceso Minero-Metalúrgico De Molienda. Luis Alberto Hernández Díaz, Sonia Regina Meneses Mendoza, Cesar Enrique Rose Gómez, Oscar Mario Rodríguez Elías 150

Arquitectura Propuesta para un Traductor de Texto en Español a Texto LSM. Juan Carlos Hernández-Cruz, César Enrique Rose-Gómez, Samuel Gonzalez-López, Ana Luisa Millan-Castro, María Trinidad Serna-Encinas 156

Modelo Basado en el Pensamiento Computacional para el Aprendizaje de Fracciones en tercero de Primaria. Manuel Montijo-Mendoza, Abelardo Mancinas Gonzalez, Ana Luisa Millan Castro, Oscar Mario Rodriguez Elias 163

Basado en Casos. César René Martínez-Aguirre, Ana Luisa Millán-Castro, Juan Pablo Soto-Barrera, César Enrique Rose-Gómez, Abelardo Mancinas-González..... 174

Propuesta de un algoritmo para la clasificación de fibrilaciones en la señal ECG usando redes neuronales profundas. Vanesa Deneb Villarreal-Saavedra, Cesar Enrique Rose-Gómez, Oscar Mario Rodríguez-Elías, María Trinidad Serna-Encinas..... 181

Hacia la Medición Automática de Habilidades Blandas. Manuel Guerrero-Gracia, Oscar Mario Rodríguez-Elías, María Trinidad Serna-Encinas, Abelardo Mancinas-Gonzalez 187

Propuesta de una Metodología Utilizando Minería de Datos para Detectar Areas de Oportunidad en el Proceso de Atención del Cáncer de Mama.

Angélica Enriquez-Amaya, Raquel Torres-Peralta1, Federico Cirett-Galán, Gerardo Sanchez-Schmitz, Jose M. Juarez	194
<i>Propuesta para gestionar el capital intelectual de un proceso de innovación.</i> Mario Barcelo-Valenzuela, Dulce María Pasos-Zayas, Gerardo Sanchez- Schmitz.....	201
<i>Estrategia de minería de datos para la identificación de jóvenes en riesgo de abandono escolar en preparatorias.</i> Erick Alonso Castro-Navarro, José Luis Ochoa-Hernandez, Gerardo Sánchez-Schmitz	208
<i>Una propuesta para integrar un DSS en el área comercial de una empresa alimenticia.</i> Luis Felipe Romero-Dessens, Sergio Hugo Montaña-Martín del Campo.....	214
<i>Una propuesta para la gestión de la documentación en ambientes tecnológicos.</i> Gerardo Sánchez Schmitz, Renato Limón Badilla, Mario Barceló Valenzuela.....	220
<i>Desafíos y oportunidades de aplicar tecnología de almacenamiento de datos como apoyo en la toma de decisiones gerenciales en una PyME de la industria fotovoltaica.</i> Ana Laura García de León Villegas, Cynthia B. Pérez Castro.....	226
Electrónica	
<i>Control de posición de un giroscopio de 3 grados de libertad.</i> Alan E. Ruiz- Ruiz, Jorge A. Orrante-Sakanassi, Guillermo Valencia-Palomo, Freddy A. Hernández-Aguirre	233
<i>Módulo para medición de variables en una planta tratadora de aguas residuales con control automático de temperatura.</i> Leobardo Velázquez Almada, Fredy Alberto Hernández Aguirre, José Manuel Chávez, Jesús Manuel Tarín Fontes.....	239
<i>Propuesta para la instrumentación de una plataforma tipo cardán para la medición y estimación de variables de un vehículo aéreo no tripulado.</i> Carlos Madrid-Solis, Guillermo Valencia-Palomo, Jorge A. Orrante- Sakanassi, Rosalía del C. Gutiérrez-Urquidez, Abraham Villanueva- Grijalba, José A. Hoyo-Montaña.....	247

Diseño y análisis por medio de volumen finito y elementos finitos de un seguidor solar. Luis Álvarez Romero, Víctor Herrera Jiménez 253

Logística y Cadena de Suministro

Análisis del ciclo de vida del producto para la mejora en la administración e integración de los sistemas, procedimientos y procesos de producción en la empresa ATS. Pablo Gustavo Rodríguez-Morales, Francisco Octavio López-Millán, Germán Alonso Ruiz-Dominguez 260

Desarrollo de un modelo de planeación de la demanda estacional de la cadena de suministro en tiendas de conveniencia. Luis Felipe Romero Dessens, Manuel Oscar Ibarra Rodríguez..... 268

Implementación de un sistema de mejora para el suministro y flujo de materiales basado en principios y herramientas de logística esbelta. Jaime Leon Duarte, Milka Larrinaga Muro 274

Propuesta de implementación de una estrategia de producción esbelta para la mejora del flujo de materiales de un proceso de ensamble en una empresa manufacturera. Ricardo Ortega Del Castillo, María Elena Anaya Pérez 281

Metodología de Gestión de Proyectos en una empresa dedicada al Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Gerardo Sánchez-Schmitz, Oscar Oswaldo Acosta-Villavicencio 287

Metodología Para La Mejora De Un Proceso De Manufactura De Arneses Electrónicos Mediante Un Sistema de Trazabilidad Interno. Blanca Melissa De La Re-Iñiguez, Jaime Alfonso León-Duarte, Jaime Olea Miranda 293

Propuesta para la integración de materiales no utilizados a la cadena de valor en una empresa manufacturera. Melissa del Carmen Aviña-Olivares , Jaime Olea-Miranda, Jaime Leon-Duarte, Alonso Pérez-Soltero 300

Rediseño del área de almacén para mejorar el flujo de materiales en una empresa comercializadora. Luis Felipe Romero-Dessens, Mónica Flores-López..... 306

Manufactura

Propuesta de mesa interactiva para producción de arneses para la industria aeroespacial. José Ulises García Verdugo, José Manuel Chávez, Jesús Manuel Tarín Fontes, Carlos Alberto Pereyda Pierre 313

Propuesta de Metodología de Prototipado Virtual en el Diseño y Manufactura de Moldes para Inyección de Plásticos. José Luis Martínez-Montaño, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Gilberto Orrantia-Daniel 322

Sistemas de Calidad

Diseño de un Sistema de Medición y Control de la Productividad. Jorge Edgar Félix-Félix, Gilberto Orrantia-Daniel, Germán Alonso Ruíz-Domínguez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Jaime Sánchez-Leal ... 328

Valoración de la disminución del desempeño en actividades laborales. Luis Angel Gámez-Dávila, Gerardo Meza-Partida, Javier Enrique de la Vega-Bustillos, Francisco Octavio López-Millán. 336

Una propuesta para gestionar los activos de conocimiento en una empresa elaboradora y distribuidora de pastas. Mario Barcelo-Valenzuela, Marcela Rodríguez Domínguez, Alonso Perez-Soltero 340

Un Sistema de Gestión de Riesgos Laborales en una Empresa de la Industria Alimenticia en Hermosillo Sonora. Jesus Martin Rivera Grajeda, Jaime Alfonso León-Duarte, Jaime Olea-Miranda..... 348

Arquitectura propuesta de un sistema móvil inteligente para enseñar lectoescritura del español a niños con parálisis cerebral atetósica

Victor Manuel Saavedra Contreras, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo,
División de Estudios de Posgrado e Investigación, Maestría en Ciencias de la Computación
Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
victormsaavedra@gmail.com, tserna@ith.mx, crose@ith.mx

Resumen. La parálisis cerebral infantil (PCI) es un término global que se refiere a diversos trastornos del movimiento y la postura ocasionados por un daño cerebral, ocurrido durante el desarrollo del feto o los dos primeros años de vida. Asociados con la PCI pueden presentarse trastornos sensoriales, cognitivos, comunicativos, perceptivos, conductuales o epilépticos. Los niños que padecen esta condición presentan múltiples discapacidades que constituyen barreras para el aprendizaje y la participación en la escuela. Este artículo tiene como finalidad describir una propuesta arquitectónica de un sistema móvil inteligente para enseñar lectoescritura del español a niños con PCI atetósica, que cursan 1° y 2° de educación primaria. Las características de estos niños es que no tienen el control muscular requerido para escribir a mano o para poder pronunciar palabras correctamente; pero como no presentan retraso mental, pueden acceder a los objetivos curriculares que establece la Secretaría de Educación Pública (SEP) para esta etapa escolar. Como parte del trabajo se describe también la metodología utilizada y el modelo de datos con el que trabajará el sistema. Finalmente, se presentan las conclusiones obtenidas hasta el momento y los resultados que se espera obtener una vez que el sistema sea implementado.

Palabras clave: Sistema Móvil, Discapacidad, Lectoescritura, Parálisis Cerebral, Arquitectura de Software.

1 Introducción

La parálisis cerebral infantil (PCI) es un problema de salud pública a nivel mundial que afecta de 2 a 3 niños nacidos vivos por cada 1,000 [1]. En México, la incidencia es de 1.5 a 2.5 casos por cada 10,000 [2]; se estima que en el país viven 500 mil personas con parálisis cerebral y se reportan alrededor de 12 mil casos nuevos cada año [3]. Además, estudios

Saavedra Contreras VM, Serna Encinas MT, Rose Gómez CE (2018) Arquitectura propuesta de un sistema móvil inteligente para enseñar lectoescritura del español a niños con parálisis cerebral atetósica. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):1-10

demuestran que la incidencia de PCI es mayor en grupos de bajo nivel socioeconómico [4]. Según el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT), este trastorno representa la primera causa de invalidez en la infancia [5].

La PCI es un término global que se refiere a un conjunto de trastornos del movimiento y la postura producidos por una lesión en el cerebro inmaduro durante el desarrollo del embarazo, en el momento del parto o en los primeros años de vida. Asociados con la PCI, pueden presentarse trastornos sensoriales, cognitivos, comunicativos, perceptivos, conductuales o epilépticos [1].

Los niños que padecen PCI presentan múltiples discapacidades que constituyen barreras para el aprendizaje y la participación en la escuela, las cuales impiden que los niños con PCI puedan practicar la lengua oral y escrita con recursos regulares. Este es un importante problema porque el lenguaje escrito es necesario para acceder a otros contenidos educativos.

El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta arquitectónica de un sistema móvil inteligente, que pueda ser utilizado por niños con PCI atetósica para que puedan acceder al contenido educativo del español en 1º y 2º de primaria. Estos niños no cuentan con el control muscular necesario para hablar claramente o manipular objetos con motricidad fina; sin embargo, no presentan retraso mental, por lo que su inteligencia es igual o mayor a la de sus pares sin discapacidad.

Para presentar dicha propuesta en primer lugar se presentan los fundamentos teóricos del presente trabajo. En la siguiente sección se presenta el desarrollo de la propuesta arquitectónica. Al final se presentan los resultados esperados del proyecto de investigación y las conclusiones obtenidas.

2 Fundamentos teóricos

El marco teórico en que se basa esta propuesta arquitectónica se compone de tres temas: discapacidad, parálisis cerebral infantil y lectoescritura.

2.1 Discapacidad

El artículo 1º de la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad establece que “las personas con discapacidad incluyen a aquellas que tengan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás “[6].

Para comprender el funcionamiento, la discapacidad y la salud, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha desarrollado la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la

Discapacidad y de la Salud (abreviada como CIF). La CIF es un lenguaje estándar y universal de los componentes de la salud, pues no se enfoca solamente en los aspectos negativos de las discapacidades, sino que clasifica también los aspectos positivos [7].

La discapacidad es definida por la CIF como “un término genérico que incluye déficits, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Indica los aspectos negativos de la interacción entre un individuo (con una “condición de salud”) y sus factores contextuales (factores ambientales y personales).” [7].

2.2 Parálisis cerebral infantil

La parálisis cerebral infantil es un conjunto de trastornos del movimiento y la postura a consecuencia de una lesión cerebral ocurrida durante el desarrollo inicial del cerebro, lo cual abarca desde el periodo fetal hasta los primeros dos años de vida [1, 8, 9]. El daño producido por la lesión es permanente y no progresivo; lo cual significa que la lesión no empeorará, ni se recuperarán las partes del cerebro afectadas [9, 10].

Los casos de parálisis cerebral varían mucho entre ellos según el daño ocasionado en el cerebro. Los trastornos motores y de la postura pueden ser menores hasta casos graves de cuadriplejía. Además, la lesión cerebral puede dar lugar a trastornos sensoriales, cognitivos, comunicativos, perceptivos, conductuales o epilepsia [1, 8, 9].

Según la clasificación clínica, la cual se realiza según el trastorno motor predominante y la ubicación del daño cerebral, la PCI se clasifica de tres formas: espástica o piramidal, discinética o extrapiramidal, y mixta. Del 75% al 80% de los casos corresponden a la clase espástica y los otros casos se distribuyen entre las otras dos clases de parálisis cerebral [2].

La clase espástica también se conoce como piramidal porque el daño cerebral está ubicado en el sistema piramidal del cerebro, el cual se encarga fundamentalmente del movimiento voluntario. Esta categoría se clasifica aún más en función de la zona topográfica afectada en hemiplejía, diplejía o cuadriplejía.

La clase discinética, también conocida como extrapiramidal, corresponde a las lesiones en el sistema extrapiramidal del cerebro, cuyas funciones incluyen los movimientos involuntarios, la coordinación y la regulación del tono muscular. Los movimientos discinéticos son atetosis, corea, coreoatetosis, distonía y ataxia.

En la clase mixta se presenta una combinación de ambas clases.

2.3 Lectoescritura

Existen diversos métodos para la enseñanza de la lectoescritura según la perspectiva pedagógica desde la cual se aborda el proceso de aprendizaje, las necesidades y estilos de aprendizaje de los alumnos. Estos métodos se han clasificado en tres categorías: sintéticos,

analíticos y mixtos [11]. Sin embargo, con la actividad investigadora se ha ido formando un nuevo tipo de método, el método constructivo o constructivista.

Los métodos sintéticos se centran en el proceso de decodificación de la lengua escrita. Parten de las unidades más simples del lenguaje, como letras y sílabas, para construir las unidades más complejas, como lo son las palabras y oraciones, para construir el significado del texto. Las actividades en este tipo de método son, por ejemplo, de repetición y memorización, el aprendizaje de sílabas y palabras relacionadas con sus sonidos [11]. Existen tres métodos en esta categoría según la unidad mínima del lenguaje con la que se trabaja: alfabéticos, fonéticos y silábicos.

Los métodos analíticos siguen el sentido inverso a los métodos sintéticos, pues parten de las unidades más complejas para llegar a los elementos mínimos de la lengua [11]. En esta categoría también se encuentran tres métodos, en base a la unidad global del lenguaje en la que se basa el método: léxico, fraseológico contextual.

Los métodos mixtos, también conocidos como ecléticos, intentan combinar las mejores cualidades de ambos métodos. Según el método predominante, puede considerarse de prevalencia sintética, analítica o equilibrada [11].

El enfoque constructivista considera a los alumnos como personas activas que construyen su propio conocimiento según su maduración, experiencia, interacción social y su búsqueda por conocer y comprender el mundo. Este enfoque tiene en cuenta que el niño, en su contexto sociocultural, ya ha tenido contacto con el lenguaje escrito antes de asistir a la escuela, se ha formulado sus propias hipótesis del sistema de escritura y es a partir de este conocimiento previo más sus habilidades cognitivas que llegará a apropiarse del objeto de conocimiento que es el lenguaje escrito [12, 13].

3 Desarrollo

En primer lugar, se explica la metodología empleada en la elaboración de la presente propuesta arquitectónica. Después se describe el modelo de datos con que funcionará el sistema y la propuesta arquitectónica para este sistema móvil inteligente.

3.1 Metodología

La metodología de este trabajo se compone de tres fases ilustradas en la figura 1. La fase 1 corresponde a la búsqueda bibliográfica necesaria para conocer el ámbito del problema que se abordará en este trabajo; lo que permitirá definir la problemática a resolver, el objetivo general y los objetivos específicos requeridos para el desarrollo del presente trabajo, así como el establecimiento del alcance y delimitaciones del proyecto. Por último, en esta fase se investigan los trabajos relacionados con la problemática abordada, para validar la propuesta de solución al problema planteado.

Arquitectura propuesta de un sistema móvil inteligente para enseñar lectoescritura del español a niños con parálisis cerebral atética

La fase 2 está orientada al desarrollo conceptual de la solución propuesta. Se inicia desarrollando el estado del arte, que será la guía y apoyo en la realización de este trabajo, así como para definir los requerimientos funcionales del sistema. El proceso final consiste en el análisis y diseño del sistema, que incluye el modelo de datos y la arquitectura del sistema.

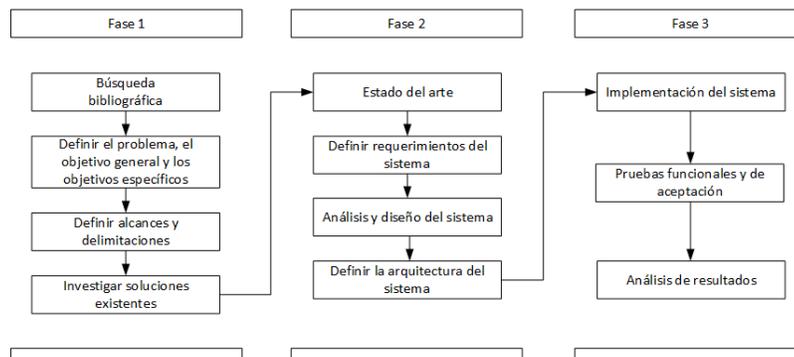


Figura 1. Metodología

Finalmente, la fase 3 se compone de la implementación del sistema y del protocolo de pruebas funcionales y de aceptación requerido para la verificación y validación del sistema; es decir, validar que el sistema hace lo que debe hacer; el último proceso de esta fase se compone del análisis exhaustivo de los resultados del mismo.

3.2 Modelo de datos

El modelo de datos con el cual funcionará el sistema se ilustra en la figura 2.

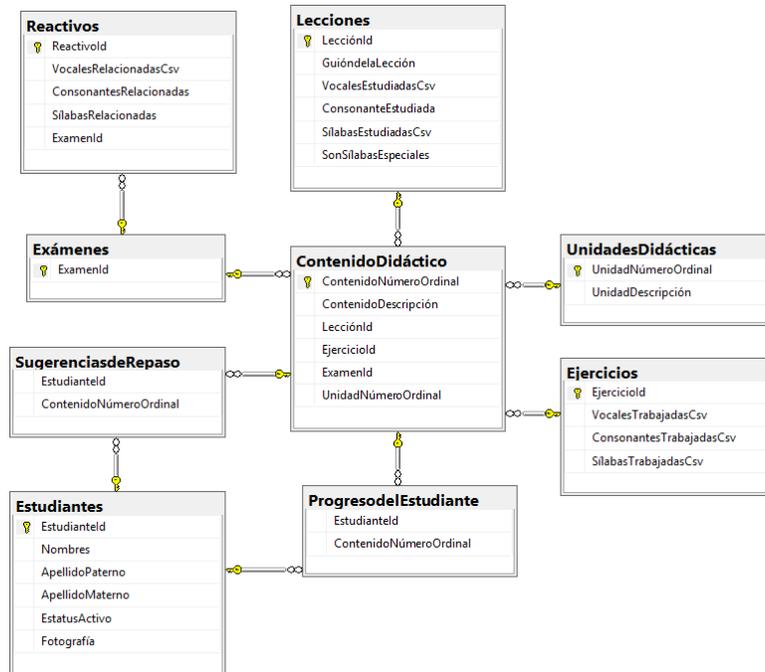


Figura 2. Modelo de datos

Las unidades y el contenido educativo se identificarán por el número que indica el orden en que se presentará el material educativo. Las Lecciones y Ejercicios contienen la información necesaria para identificar los temas estudiados en tales actividades. Los exámenes también identifican los temas evaluados, pero a nivel del reactivo del examen. Los datos que se guardan de los estudiantes es su Id, nombre completo, estatus y fotografía del perfil. Los estudiantes se relacionan con el contenido didáctico por la relación progreso de estudios y, según las respuestas erróneas en los exámenes se generan sugerencias de repaso que enlazan al contenido didáctico que necesitan aprender para contestar correctamente los reactivos del examen correspondiente.

3.3 Arquitectura propuesta

La arquitectura propuesta, ilustrada en la figura 3, se compone por un total de seis módulos: la interfaz del estudiante, la interfaz del tutor, las unidades didácticas, el sintetizador de voz, análisis de resultados y acceso a datos.

Arquitectura propuesta de un sistema móvil inteligente para enseñar lectoescritura del español a niños con parálisis cerebral atetósica

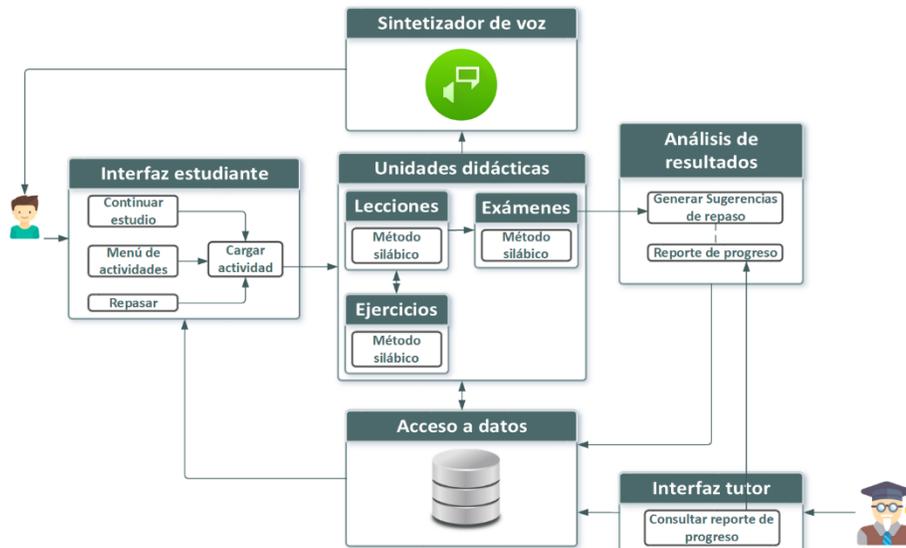


Figura 3. Arquitectura propuesta

En primera instancia el estudiante interactúa con el sistema a través de la interfaz del estudiante. Esta interfaz cuenta con tres opciones para acceder al contenido de las unidades didácticas: continuar o iniciar el estudio, selección de alguna actividad del catálogo de unidades didácticas o tomar una sugerencia para repasar alguna lección. Una vez selecciona la opción, la interfaz procede a cargar la actividad solicitándola al módulo de unidades didácticas.

El módulo de la unidad didáctica se compone de las actividades denominadas lecciones, ejercicios y exámenes. El contenido de la unidad didáctica inicia con una lección y al avanzar por la unidad se van presentando ejercicios relacionados con las lecciones pasadas. El examen es la última actividad de la unidad a la que accederá el estudiante una vez completadas todas las lecciones y ejercicios. Una vez concluido el examen, las respuestas pasan al módulo de análisis de resultados.

El módulo de análisis de resultados se encarga de asociar las respuestas incorrectas del examen con lecciones y ejercicios relacionados que el estudiante debe dominar para contestar correctamente la pregunta. En este proceso se generan sugerencias de repaso. Además, este módulo también incluye la generación de los reportes de progreso de los estudiantes del sistema. El reporte de progreso contiene la lista de las actividades completadas por el estudiante y las sugerencias de repaso que el estudiante tiene pendiente.

El módulo sintetizador de voz es utilizado por todas las actividades del módulo de unidades didácticas. La lección es narrada por el sistema utilizando el sintetizador de voz.

Para el ejercicio y el examen, el sistema debe leer las instrucciones por medio del sintetizador de voz. Y tanto para lecciones, ejercicios y exámenes, el sistema debe pronunciar los sonidos de las vocales, consonantes, sílabas, palabras y oraciones presentes en las actividades didácticas.

El tutor a través de su módulo de interfaz accede al reporte de progreso descrito previamente.

Por último, el módulo de acceso a datos, como su nombre lo indica, provee al sistema el acceso a la base de datos a través del componente SQLite.

4 Resultados esperados

Al implementar esta arquitectura se espera obtener un sistema móvil inteligente para la enseñanza de la lectoescritura del español en niños con parálisis cerebral atética, que abarque el contenido curricular de 1º y 2º de escuelas primarias regulares. El sistema cumplirá con los requerimientos de usabilidad necesarios para que personas con discapacidad motriz, gruesa o fina; o discapacidades sensoriales, por visión reducida y problemas del habla, puedan utilizarlo. Esto significa que la interfaz del sistema debe ser intuitiva y amigable, con sus elementos de un tamaño apropiado y la interacción se realizará mediante gestos sencillos. Además, el módulo de análisis del sistema integrará un tutor inteligente que adaptará el contenido educativo según el desempeño del alumno para apoyarlo en su esfuerzo por aprender.

Una vez que el sistema se implante, se espera que sirva como un material educativo adecuado para niños con parálisis cerebral atética, que tengan alguna dificultad al escribir o pronunciar palabras. Esta herramienta les permitirá superar esta barrera para que ellos también puedan adquirir la lengua escrita. De esta manera, se atenderán las necesidades comunicativas de estos niños mejorando así su calidad de vida.

Por último, también se espera que el sistema sea de utilidad para los alumnos regulares que presenten algún atraso en la lectoescritura, pues se ha diseñado el sistema para que usuarios con capacidad intelectual acorde a su edad, puedan hacer uso de esta herramienta como un apoyo a su aprendizaje de la lectoescritura.

5 Conclusiones

El desarrollo tecnológico actual permite superar las limitaciones en la comunicación que padecen los niños con PCI. Tras revisar la literatura y comprender el problema que busca resolverse, así como la solución que se requiere, se ha logrado una propuesta arquitectónica de un sistema móvil inteligente que permita superar las limitaciones mencionadas.

Agradecimientos

Se agradece encarecidamente el apoyo financiero otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de la beca número 627966, otorgada al primer autor de este artículo, para realizar los estudios de maestría en el programa Maestría en Ciencias de la Computación en Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo.

Referencias

1. Poó P (2008) Parálisis cerebral infantil. En: Protocolos de Neurología, 2da ed. AEP, Barcelona España. Disponible en AEP. <https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/36-pci.pdf>
2. Vázquez C, Vidal C (2014) Parálisis cerebral infantil: definición y clasificación a través de la historia. Revista Mexicana de Ortopedia Pediátrica 16(1):6-10
3. El Informador (2015) México registra 12 mil casos de parálisis cerebral al año. <https://www.informador.mx/Suplementos/Mexico-registra-12-mil-casos-de-paralisis-cerebral-al-ano-20151002-0131.html>. Accedido 10 Oct 2017
4. Secretaría de Salud (2009) Evaluación Diagnóstica del niño con parálisis cerebral en el tercer nivel de atención. México. Disponible en CENETEC. http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/332_DIF_09_Paralisis_cerebral/EyR_DIF_332_09.pdf
5. Domínguez S, Espinosa V, Ferrer J, Gómora I, Ramírez V (s/f) Glosario de Discapacidad Motriz. CRIT, México. Disponible en SEP. http://www.educacionespecial.sep.gob.mx/pdf/doctos/5Glosarios/3Glosario_Motriz_Teleton.pdf
6. Naciones Unidas (s/f) Convención de los derechos de las personas con discapacidad. Disponible en ONU. <http://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>
7. Organización Mundial de la Salud (2001) Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF). IMSERSO, España. Disponible en WHO. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43360/9241545445_spa.pdf
8. Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N (2007) The Definition and Classification of Cerebral Palsy. Dev Med Child Neurol 49: 1-44
9. Miller F (2005) Cerebral Palsy. Springer Science+Business Media, Inc., New York, NY
10. Guille Children's Specialty Healthcare (s/f) A guide to Understanding Cerebral Palsy. Disponible en EthoMed. <https://ethomed.org/patient-education/neurological-conditions/cerebral-palsy/A%20Guide%20to%20Undertanding%20Cerebral%20Palsy.pdf>. Accedido 30 Oct 2017

11. Martínez S (2014) La Enseñanza Y Aprendizaje De La Lectoescritura En La Educación Infantil. Propuesta Didáctica. Trabajo fin de grado, Universidad de Valladolid, España
12. Secretaría de Educación Pública (1982) Propuesta para el aprendizaje de la lengua escrita. SEP, D.F. México
13. Chaves A (2001) La apropiación de la lengua escrita: un proceso constructivo, interactivo y de producción cultural. Actualidades Investigativas en Educación 1(1)

Prototipo de aplicación traductora a lengua de señas mexicana mediante un avatar con reconocimiento de voz.

Otniel Caraveo-Carvajal¹, Ana Luisa Millán-Castro¹, Lic. Beatriz Cota Ponce², María Trinidad Serna-Encinas¹, César Enrique Rose-Gómez¹

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación,
Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
otnielcaraveo@gmail.com, anamillan@ith.mx, tserna@ith.mx,
crose@ith.mx

²Secretaría de Conflictos en Educación Especial,
Obregón No.64, Col. Centro, CP.8300, Hermosillo, Sonora, México.
bcotaponce@gmail.com

Resumen. Este trabajo plantea la creación de un prototipo de una aplicación traductora de voz a lengua de señas, que permite el flujo de información de una persona hablante hacia una persona sorda y consta al menos de tres procesos claves: el hablante comenzará el proceso activando el reconocimiento de voz e introduciendo el mensaje a traducir, cuando termine esta acción el sistema procesará la frase introducida para lograr la traducción de las palabras a lengua de señas mexicana y por último, una vez obtenida la traducción, será mostrada en la pantalla del dispositivo la animación correspondiente en un avatar tridimensional. Se pretende que este prototipo forme el primer paso para formar una herramienta útil de traducción, este documento explica los retos que existen en la traducción y cómo se logran superar algunos, las consideraciones básicas para la funcionalidad del sistema y los planes futuros para el proyecto.

Palabras clave: Traducción a LSM, Animación de Avatar 3D, Reconocimiento de voz, Aplicación móvil.

1 Introducción

En 2015, 360 millones de personas padecían pérdida de audición incapacitante alrededor del mundo [1]. En México 2.4 millones de personas con algún nivel de discapacidad auditiva [2]. Ser sordo genera consecuencias más allá de la falta de audición que repercuten directamente en las habilidades sociales y oportunidades en la vida de quien presenta esta discapacidad [3,4].

Caraveo-Carvajal O, Millán-Castro AL, Cota Ponce B, Serna-Encinas MT, Rose-Gómez CE (2018) Prototipo de aplicación traductora a lengua de señas mexicana mediante un avatar con reconocimiento de voz. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):11-21

La lengua de señas mexicana (LSM) sirve de comunicación para quienes tienen sordera incapacitante en México. Según estudios de 1986, en ese año existían alrededor de 87 mil a 100 mil sordos que utilizan la LSM como único medio de comunicación [5].

En el presente artículo se aborda la formación de un sistema de ayuda para que las personas sordas puedan recibir información de hablantes, se trata de una aplicación móvil que procesa la voz y transforma el mensaje hablado en LSM reproduciendo animaciones en un avatar. Este proyecto se puede seccionar en sus principales componentes: el reconocimiento de voz, el estudio de la LSM y la traducción español – LSM, la creación de avatares computacionales y el proceso de animación del mismo.

2 Fundamento Teórico

2.1 LSM

La Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad (artículo 2, XVII) define a la LSM como:

“Lengua de una comunidad de sordos, que consiste en una serie de signos gestuales articulados con las manos y acompañados de expresiones faciales, mirada intencional y movimiento corporal, dotados de función lingüística, forma parte del patrimonio lingüístico de dicha comunidad y es tan rica y compleja en gramática y vocabulario como cualquier lengua oral.”

Tal vez, la mayor problemática de la LSM es su falta de regularización, esto ocasiona que las distintas comunidades de sordo tengan distintas señas para una misma palabra, las señas de una comunidad de sordos se ven afectadas por sus antecedentes culturales y ubicación geográfica por mencionar algunos factores [6]. Aun así, las lenguas de señas si coinciden en que se pueden descomponer en algunos elementos, aunque no existe un número de elementos específico, la mayoría de investigadores de las lenguas de señas coinciden en que al menos la seña se compone de: la *configuración manual*, que describe la posición de los dedos de la mano al momento de replicar la seña, la *ubicación de la mano* en el espacio o en referencia de la persona que efectúa la seña (por ejemplo, si la seña se realiza utilizando una parte específica de la cara como la nariz, las orejas o la frente), la *orientación* de la palma de la mano que se refiere a las distintas posiciones que permite el giro de la muñeca en una misma ubicación manual, y los *rasgos no manuales* que involucran los gestos faciales y el uso de movimientos corporales. A estos elementos algunos investigadores añaden otros descriptores de la seña como si la seña es dinámica (involucra el movimiento de la mano) o estática o el punto de contacto de la mano que reproduce la seña con otro elemento del cuerpo o externo [7].

Por último, todo usuario de LSM comienza conociendo la dactilología, una técnica de deletreo donde cada letra del abecedario es representada por una seña cuando el sordo se topa con señas desconocidas o se describe un nombre propio de un lugar o una persona, se recurre a esta técnica y se realiza el deletreo haciendo las señas de cada letra que contiene la palabra en cuestión.

2.2 Traducción Español - LSM

Al igual que los idiomas las lenguas de señas se transforman constantemente, es una lengua muy expresiva como intuitiva, por lo que no existe una fórmula que permita la traducción de todos los posibles casos de la comunicación hablada a la lengua de señas. La LSM tiene un vocabulario mucho más limitado que el español por lo que algunos sinónimos o palabras relacionadas entre sí se expresaran con una misma seña (como por ejemplo feo, horrible, espantoso) comúnmente la persona que realiza la seña realza la intensidad de la seña con un gesto facial o perpetuando la duración de la seña o realizándola varias veces seguidas para describir algo (separando así algo que es desagradable, de algo feo o de algo horrible).

Otra característica de la comunicación con las lenguas de señas es el espacio signante que es el entorno que utiliza la persona para realizar las señas, en este espacio la persona ira “contando” el mensaje que quiere comunicar como si fuera una historia, enfocándose más en describir características y sucesos que en utilizar palabras (señas) en un orden establecido. Por tanto no existe un orden general para formular correctamente oraciones en la LSM, aun así muchos investigadores concuerdan que la manera más usual de las oraciones tiene la forma SVO (sujeto – verbo – objeto) aunque existirán sus excepciones [7].

2.3 Reconocimiento de voz

El reconocimiento de voz permite procesar las ondas de sonido de la voz con el fin de obtener el mensaje hablado en texto computacional, aunque se dice que los sistemas de reconocimiento de voz fueron creados desde 1952 [7], los avances computacionales de la última década ha permitido aplicar esta tecnología en sistemas portátiles dándole aplicaciones de uso cotidiano en la vida de las personas. Décadas de estudio para implementar y mejorar la técnica, han logrado sistemas móviles sofisticados de alta precisión, hoy se puede acceder a tales sistemas y aplicarlos en proyectos personales, uno de los sistemas más generales es Speech Recognition de Google, es gratuito y esta implementado en todos los sistemas operativos Android, aunque el sistema está en la nube (internet) se puede descargar el paquete de idiomas de interés para utilizar el método de reconocimiento de voz aun sin conexión a internet.

2.4 Diseño de un Avatar computacional

En 1992 se utiliza por primera vez el término avatar para describir imágenes de identidades reales en un mundo virtual por internet [8]. Google define avatar como un icono o una figura representativa de una persona en video juegos, foros de internet, etc. Aunque se puede fabricar un avatar desde cero, toma mucho tiempo y se requiere ser un diseñador gráfico especializado si se desean buenos resultados, actualmente existen distintas plataformas para la creación de avatares dependiendo de su aplicación y características.

Blender es un software profesional de creación y edición de objetos 3D, pero también cuenta con múltiples herramientas que permiten animar, crear videojuegos y usar simulaciones físicas por decir algunos atributos, es gratuito y de código abierto. La creación

de una escena 3D necesita al menos tres componentes clave: modelos, materiales y luces. Según el manual Blender “Modelar” es simplemente el arte y la ciencia de crear una superficie que imita la forma de un objeto del mundo real. Para definir una forma 3D se usa el concepto de malla (mesh) que es una suma de polígonos que unidos forman la superficie de un objeto 3D. En la figura 1 se muestra el concepto de malla y como se involucra con la forma que tendrá el objeto creado. Por otra parte, los materiales son texturas y colores que permitirán ver al objeto como algo real o al menos, mejor definido. Y el uso de las luces permitirá mejorar la estética del modelo

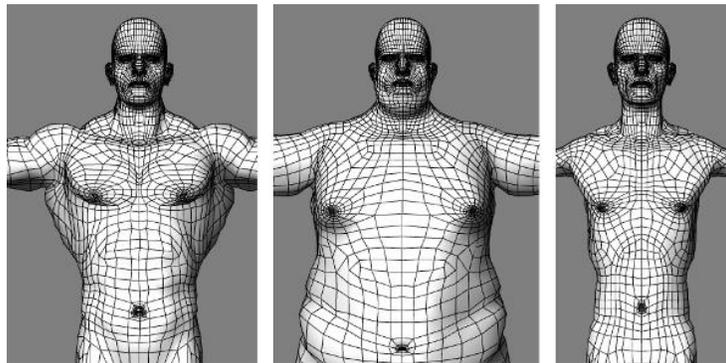


Figura 1. Malla de distintos modelos de avatar.

Una vez que estos procesos terminan, el modelo estará listo, pero si se quiere animar es necesario uno más. Rigging (aparejo) es un término general utilizado para agregar controles a los objetos, generalmente con el propósito de animarlos. Blender utiliza “armature” (armadura) para crear dentro del modelo “huesos” con articulaciones así los movimientos estarán limitados por las uniones de estos huesos. En la figura 2 se muestra un ejemplo de este proceso.

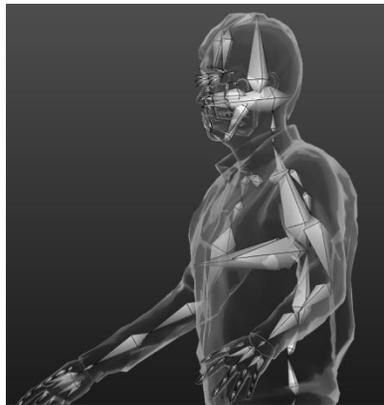


Figura 2. Modelo con armadura o esqueleto.

En este punto ya es posible manipular los movimientos del avatar. Blender cuenta con un editor de animaciones, debido a la manera como se implementó en el proyecto, este paso se explicará en el apartado desarrollo de este escrito. Si se desea una mayor comprensión de la LSM y de los métodos de traducción empleados se recomienda acudir al diccionario “Mis manos que hablan” [8] que proporciona no solo las herramientas sintácticas sino los elementos empleados en la seña.

3 Desarrollo

Para comenzar es necesario definir el proceso, en la figura 3 se muestra el flujo de información y la transformación de la misma, en esta se pueden notar los tres procesos principales del sistema: el reconocimiento de voz, la traducción y la animación.

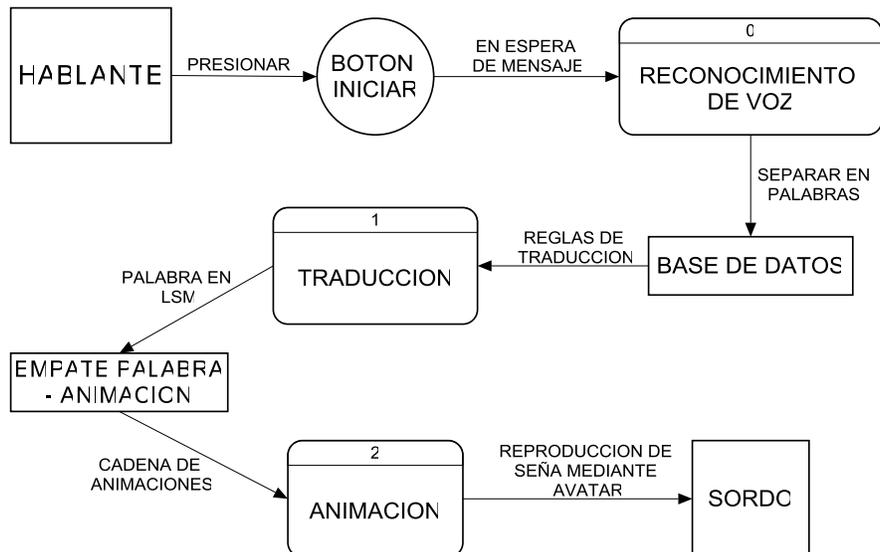


Figura 3. Diagrama de funcionamiento del sistema.

El proceso inicia cuando el hablante inicia el reconocimiento de voz, inmediatamente se despliega una ventana que muestra al usuario que es momento de hablar (mostrado en la figura 4), el método se desactiva cuando reconoce que el usuario ha dejado de hablar, al concluir esta parte las palabras reconocidas son sometidas a filtros por medio de una base de datos para la limpieza de la oración, se eliminan palabras innecesarias, y se reacomoda la oración buscando que se preserve el sentido de la LSM.



Figura 4. Método de reconocimiento de voz activo.

Para la traducción se recurre a una base de datos que clasifica las palabras en sujeto, verbo y objeto, se realiza en SQLite por su ligereza apta para dispositivos móviles, algunos apartados de esta base de datos se muestran en la figura 5. Otro factor es emparar la palabra con la seña correspondiente, para ello se busca la palabra y sus posibles variantes. En LSM solo se usan las palabras en infinitivo, por ejemplo la expresión “yo amo” se traduce “yo amar”, por tal motivo se requiere un trato especial para los verbos que pueden presentarse en distintas formas, algo que permite identificar un verbo es utilizar el concepto de raíz y sufijo de una palabra. Por ejemplo, en la palabra “saltamos” la raíz sería “salt” y el sufijo “amos”, la raíz nos dirá el verbo y del sufijo se podría obtener el tiempo y el sujeto. Para finalizar se ordenará las palabras según la tabla en la que se encontraron siguiendo la formula TSVO (T de tiempo).

ID	palabra	raiz	sujeto	tiempo	grupo	
10	10	cocinar	cocin	NULL	NULL	1
11	11	cantar	cant	NULL	NULL	1
12	12	abrir	abr	NULL	NULL	2
13	13	beber	beb	NULL	NULL	2

ID	tipo	sufijo	sujeto	tiempo
7	1	aste	2	2
8	1	ó	3	2
9	1	amos	4	2
10	1	aron	5	2
11	1	aba	1	3
12	1	abas	2	3
13	1	ábamos	4	3
14	1	aban	5	3
15	1	aré	1	4
16	1	arás	2	4
17	1	ará	3	4
18	1	aremos	4	4
19	1	arán	5	4
20	1	ando	NULL	5
21	2	o	1	1
22	2	es	2	1

Figura 5. Base de datos del sistema.

Prototipo de aplicación traductora a lengua de señas mexicana mediante un avatar con reconocimiento de voz

Para el proceso de animación se utilizó Blender como plataforma para la generar animaciones y Unity 3D para programar tales animaciones. Para producir la animación, Blender compara el último punto donde se encontraba un hueso con la nueva localización espacial hasta donde se movió, por tanto siempre es útil guardar la localización por default de cada uno de los huesos, así se evita transformar animaciones previas si se utiliza un hueso que no se había movido anteriormente. La duración de las animaciones está dada en cuadros (frames), por defecto Blender proporciona 24 cuadros por segundo (FPS), lo que significa que se tienen 24 tomas (cuadros) de animación por cada segundo. La línea que este seleccionada en la barra del tiempo al momento de hacer un cambio en la posición del avatar indicara cuando se efectuara el movimiento en tiempo real, de esta manera la animación se efectúa realizando cambios en el modelo a lo largo del tiempo. En la figura 6 se presenta la ventana de animación de Blender.

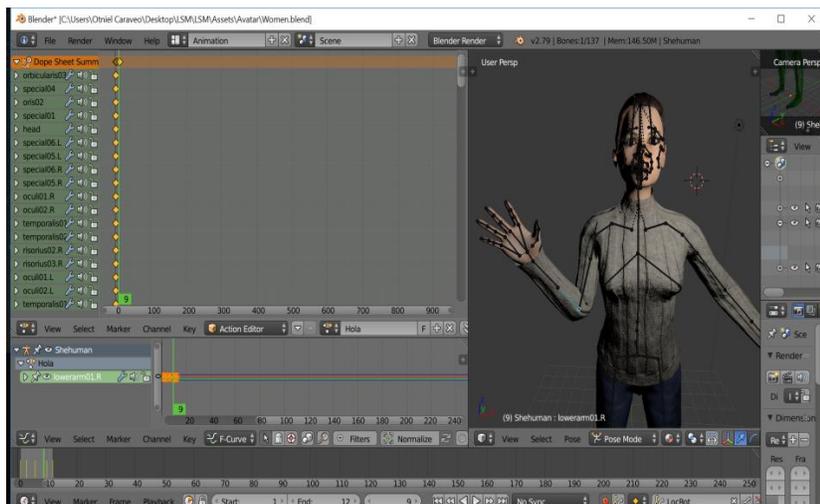


Figura 6. Animación en Blender.

Lo siguiente es programar el sistema para reproducir la animación necesaria al identificar una palabra. En la figura 7 se muestra la interfaz de Unity, en esta imagen se puede apreciar un apartado llamado “Animator”, aquí se pueden colocar las animaciones que serán posibles reproducir por el avatar, Unity utiliza un sistema que ellos llaman Mechanim que permite enlazar las animaciones para que se reproduzca la siguiente automáticamente al terminar la actual, esto es muy útil pues se pueden utilizar animaciones de un cuadro de duración que representen solo una posición específica de la mano y enlazarlo con la posición siguiente y al emplear este método Mechanim se encargaría de generar la transición (con el movimiento necesario) desde el primer estado (posición) hasta el siguiente.

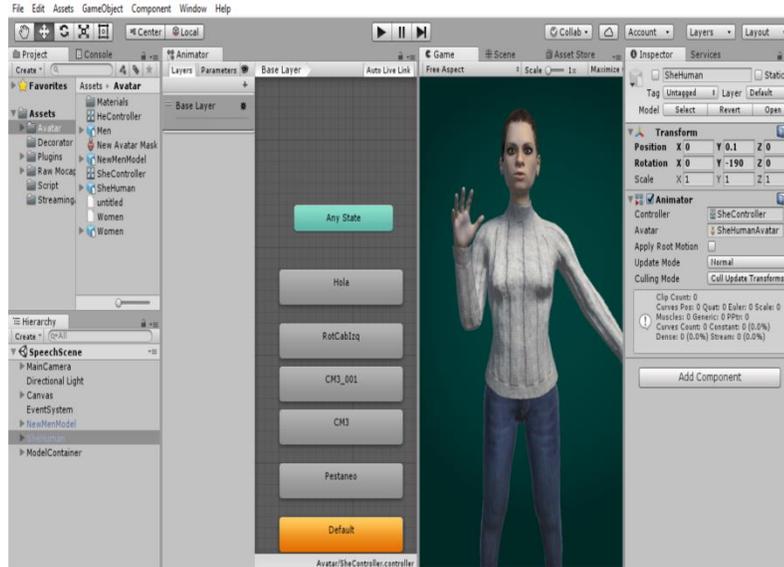


Figura 7. Interfaz Unity con Animator para reproducir animaciones.

En este caso específico, no es posible lograr preestablecer todos los posibles casos de sucesión de animaciones, la animación siguiente estará dada por la palabra reconocida, entonces se emplea el siguiente código para que al reconocer una palabra (en este caso el numero 5) se proceda a llamar a una animación (CM3_001) para su reproducción.

```
if (test.t != " ") {
    if (test.t == "5") {
        GameObject.Find ("SW").GetComponent<UnityEngine.U
I.Text> ().text = "cinco";
        H.SetActive (true);
        anim.CrossFade ("CM3_001", 0f);
        if (anim.GetCurrentAnimatorStateInfo(0).length <
anim.GetCurrentAnimatorStateInfo(0).normalizedTime+1) {
            Debug.Log(" terminotiempo");
            test.t = " ";
            n = 1;
        }
    }
}
```

Con esto ya es posible dar forma al sistema, e implementarlo de forma correcta, pero Unity también implementa un elemento que puede facilitar la solución del sistema: el uso de máscaras. Según la guía de Unity “la máscara de avatar permite aislar partes de la anatomía de un modelo, permitiendo que el resto ignore una animación”. En el caso de un modelo humanoide la máscara se aplica sobre cara, brazos, manos, pecho (y estomago) o piernas (con pies) esto permite darle un movimiento particular e independiente de una animación a una parte cuerpo. Si aplicamos esto al concepto de la LSM se puede utilizar una máscara para cada elemento que la compone, una que contenga las configuraciones manuales, otra para las posiciones y la orientación de la mano y una más que modifique los rasgos no manuales, esto proporciona la ventaja de que se preserve el concepto del origen de la seña, viéndola como unión de sus componentes y aligerando enormemente la cantidad de animaciones que se tienen que realizar, sin embargo puesto que las máscaras se trabajan en distintos niveles de animación, la función de Mechanim perdería efecto haciendo que las transiciones entre animaciones no fueran notorias, si se emplearan solo animaciones de un cuadro de duración (que describen la seña en un punto de su reproducción) solo se observarían las posiciones de las manos pasando “mágicamente” desde una coordenada hacia otra al cambiar de animación. Por tanto la efectividad del sistema involucra encontrar un equilibrio entre el sistema Mechanim y el uso de máscaras para obtener lo mejor de ambos.

Como resultado se logra el sistema traductor de voz a LSM, para funcionamiento solo es necesario presionar un botón en pantalla, se despliega un cuadro que indica que el sistema espera un mensaje de voz, al recibirlo rápidamente es mostrado mediante un texto en pantalla y se procesa para su conversión a LSM, modificando y acomodando la oración, las palabras empiezan a mostrarse en pantalla en orden establecido por las reglas del LSM a la vez que se reproducen las animaciones correspondientes a la palabra que se traduce, cada palabra llama a una serie ordenada de animaciones, para en conjunto las animaciones formen palabras y las palabras la oración traducida. El proceso, de inicio a fin, se realiza en cuestión de segundos.

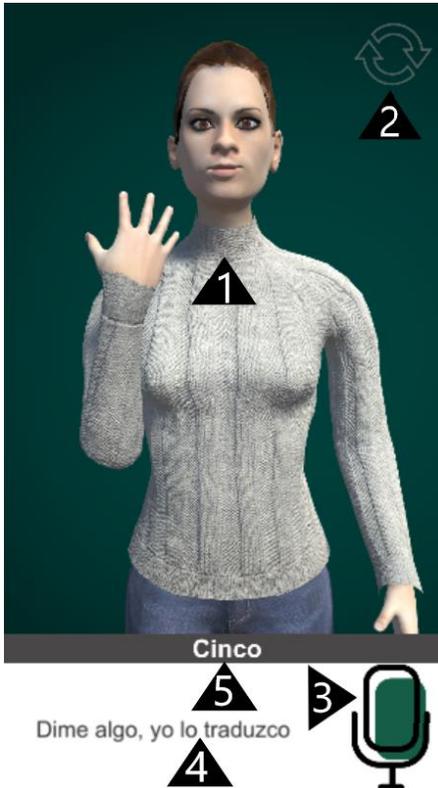


Figura 8 Interfaz de la aplicación traductor LSM con sus componentes.

En la figura 8 se muestran los componentes que el usuario podrá ver en la aplicación.

1. Avatar traductor. Realiza las traducciones indicadas.
2. Cambio de personaje (en proceso). Botón para cambiar entre personaje femenino o masculino.
3. Reconocimiento de voz. Botón que inicia el proceso y que despliega la ventana que captura el mensaje introducido de forma oral.
4. Mensaje en texto. En este apartado se muestra el mensaje que capturó el reconocimiento de voz sin ningún filtro de traducción.
5. Palabra signada. Se muestra la palabra de la cual actualmente se está efectuando la seña correspondiente.

4 Conclusión

Ya se han descrito los elementos del sistema y se ha comprobado su funcionalidad, el proyecto aún queda como un prototipo pues existen cuestiones que se tienen que solucionar como: ¿Cómo puede mejorarse el proceso de traducción? ¿Qué puede hacer que sea más efectivo y con resultados más precisos? ¿Cómo dotar al avatar de la expresividad necesaria y utilizarla en las señas debidas? ¿Qué solución podría ofrecer el mejor balance entre las herramientas de Mechanim y máscara del avatar? ¿Cómo combatir las diferencias entre las distintas comunidades que emplean la LSM en el proceso de traducción? Cada incógnita presenta un reto para el éxito del proyecto, si no se solucionan la comunidad sorda no sentirá que la aplicación ayude a solucionar el problema, por lo que se propone concentrar esfuerzos en considerar estas limitaciones.

Aun así la propuesta ya demostró ser funcional, lo que representa un gran paso en el objetivo: ayudar a la comunicación de los hablantes con las personas sordas, de esta manera aportar a la inclusión de este sector de la sociedad y utilizar la tecnología para proporcionarles de las mismas oportunidades que el resto de la sociedad.

Referencias

1. OMS: Sordera y pérdida de la audición. WHO online magazine. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/> Accedido el 20 de Octubre de 2018.
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía: “Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica 2014”. <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/enadid/2014/> Accedido el 20 de Octubre de 2018.
3. Periódico El Universal: “Sordos en México sin educación ni trabajo” <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/periodismo-de-datos/2017/04/2/sordos-en-mexico-sin-educacion-ni-trabajo>. Accedido el 20 de Octubre de 2018
4. Luterman, D.: El impacto de la sordera sobre la familia. En: El niño sordo (2nd ed.). Mexico, D.F.: La Prensa Medica Mexicana S.A. (1985).
5. Smith-Stark, T. C.: La lengua manual mexicana. Colegio de México. (1986).
6. Quinto Pozos, G. Contact Between Mexican Sign Language and American Sign Language in Two Texas Border Areas. http://pubman.mpdl.mpg.de/pubman/item/escidoc:406590/component/escidoc:406589/contact_quintopozos2002_s.pdf (2002). Accedido el 20 de octubre de 2018.
7. Cruz, M.: Gramática de la lengua de señas mexicana. http://elies.rediris.es/elies28/pdfs/Miroslava_Cruz_Aldrete_Tesis.pdf (2008). Accedido el 20 de Octubre de 2018.
8. García López, L. A., Rodríguez Cervantes, R., Zamora Martínez, M., & Esteban Sosa, S. S. : Mis Manos Que Hablan. Lenguaje De Señas Para Sordos. (2006).

Prototipo de un Sistema para Identificación y Censo de Animales en Imágenes Aéreas

Angel Oscar Vizcarra-Llanes¹, Oscar Mario Rodríguez-Elias¹,
Cesar Enrique Rose-Gomez¹, Guillermo Valencia-Palomo¹

¹Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación,
Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
ao_vizcarra@hotmail.com, {omrodriguez|crose|gvalencia}@ith.mx

Resumen. Este trabajo presenta el prototipo de un sistema para el censo de animales mediante técnicas de procesamiento de imágenes, esto con el objetivo de proporcionar una alternativa para la realización de esta actividad, de manera que el usuario pueda obtener información importante para la gestión de sus recursos. Se abordan diversos aspectos como lo es el análisis y diseño del sistema, la implementación del prototipo con OpenCV y Java, así como los resultados que se obtuvieron de la realización de pruebas con datos reales.

Palabras clave: censo animal, procesamiento de imágenes, OpenCV, dron.

1 Introducción

En el presente trabajo se propone una alternativa para la realización del censo de animales en el sector ganadero, pero sin limitarse al mismo, ya que puede ser aplicado en diversas áreas como ranchos cinegéticos o Unidades de Manejo y Aprovechamiento (UMA), ubicados en la región de Sonora, México, que se destaca por su actividad ganadera y de caza deportiva [1]. La propuesta surge de la necesidad de proveer mecanismos eficientes para el censo de animales, proceso que se realiza generalmente en forma manual, lo que implica no solo numerosas jornadas para la búsqueda y conteo de los animales [2], sino que también representa un riesgo para el personal que lo realiza, debido a lo abrupto y extenso de los terrenos, y a las temperaturas extremas de la región.

El sistema usa técnicas de procesamiento de imágenes. La captura de imágenes es realizada por una cámara montada sobre un vehículo aéreo no tripulado (VANT) o dron, permitiendo al usuario efectuar tomas aéreas de extensas zonas en un tiempo reducido. De este modo es posible obtener información oportuna sobre el número de animales, las condiciones físicas visibles de los mismos, así como las características del entorno en las que se encuentran, facilitando al usuario la toma de decisiones pertinentes para un mejor aprovechamiento de sus recursos.

El prototipo ha sido desarrollado para satisfacer la serie de retos que presenta este tipo de sistemas como lo son: la identificación de elementos individuales así como la discriminación entre los animales y objetos del entorno, se proporciona una herramienta que, mediante una secuencia de cuatro pasos, permite al usuario localizar los elementos de interés, cada uno de estos pasos hace referencia a las diferentes etapas del procesamiento de imágenes las cuales ofrecen una amplia variedad de parámetros que pueden ser ajustados en tiempo real para mejorar los resultados.

Este documento presenta los resultados obtenidos durante la fase de pruebas de este primer prototipo, donde se puede observar el desempeño obtenido por el clasificador al ser sometido a una amplia variedad de imágenes representativas de situaciones presentes en los predios, con animales adultos y sus crías, de diferentes coloraciones de pelaje y en distribuciones completamente aleatorias, haciendo evidente los grandes retos que el procesamiento de imágenes en entornos abiertos enfrenta así como las áreas de oportunidad para este tipo de sistemas.

2 Análisis y Diseño del Sistema

Para el diseño del sistema se ha recurrido al Lenguaje Unificado de Modelado o UML, una notación empleada para expresar los diseños de una manera principalmente gráfica, lo que enriquece la comunicación e interpretación del funcionamiento del sistema [3].

De manera adicional el modelo arquitectónico se realizó siguiendo el Modelo 4+1 Vistas, dividido en: Vista Lógica, Vista de Proceso, Vista Física, Vista de Desarrollo y una quinta denominada Escenarios la cual relaciona el conjunto de vistas [4].

En la Fig. 1 se observa el diagrama de casos de uso el cual pertenece a la vista de Escenarios donde se representa de manera general la interacción entre los diversos elementos que componen el sistema, sin embargo, es necesario emplear el resto de las vistas para obtener un mayor nivel de detalle.

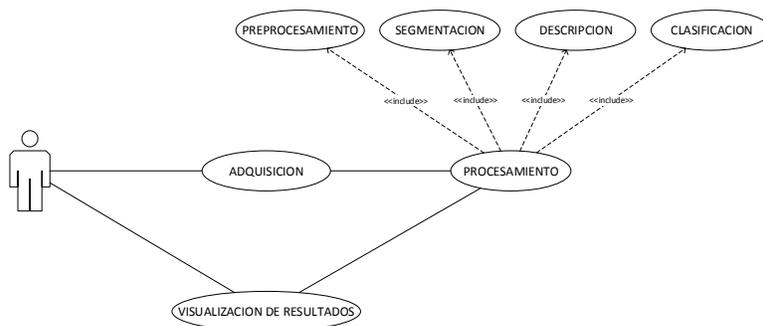


Fig. 4. Diagrama de casos de uso (Fuente propia)

2.1 Implementación del Sistema

Para la implementación se optó por utilizar Java debido a ciertas ventajas presentes en el desarrollo de la interfaz gráfica, la cual se implementó haciendo uso de la librería JavaFX [5] y el complemento SceneBuilder [6], empleando una estructura del tipo Vista-Controlador. Para el procesamiento de la imagen se utilizó la librería de código libre OpenCV [7] en su tercera versión, la cual presenta una amplia variedad de funciones que han hecho posible el desarrollo del sistema [8].

Cada una de las etapas del procesamiento han sido implementadas haciendo uso de la función Task perteneciente a la librería Concurrent de Java, lo cual inicializa un nuevo hilo de ejecución para cada una de ellas, permitiendo efectuar el procesamiento de forma cíclica durante cada etapa y con respuesta en tiempo real para el usuario [9][10].

Adquisición de la Imagen

El primer paso durante la ejecución del sistema es el de la adquisición de la imagen; para esto se ha realizado un dialogo de búsqueda y selección de la imagen en los archivos de la computadora, sin embargo para mantener un control de los archivos que se ingresan al sistema; las imágenes deben presentar la extensión .jpg o .png, y se recomienda una resolución de 800x600, esto para favorecer el procesamiento de la imagen al contener un nivel intermedio entre calidad y complejidad en su procesamiento. La Fig. 2 muestra la ventana de dialogo para la selección de la imagen.

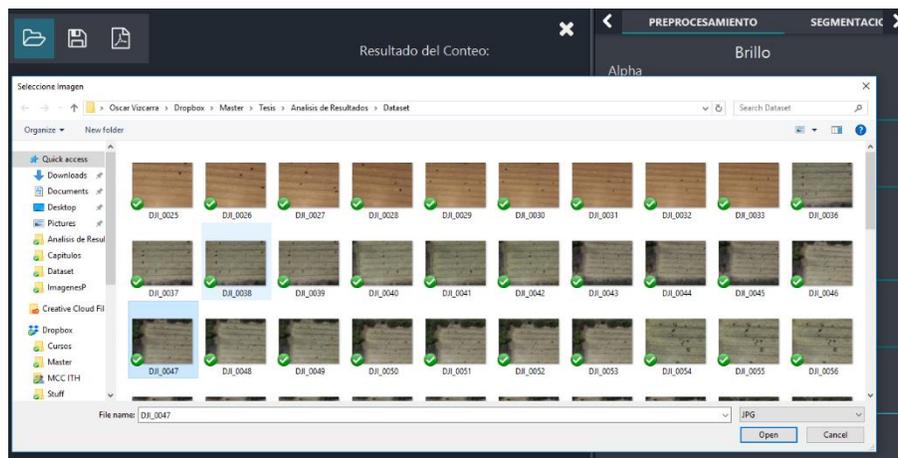
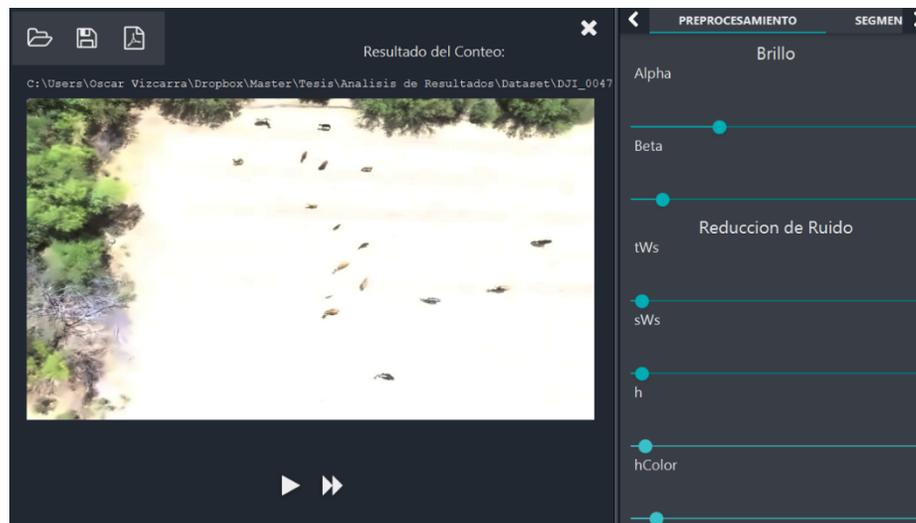


Fig. 5. Ventana de dialogo para selección de imagen. (Fuente propia)

Preprocesamiento

La implementación de esta etapa ha requerido el uso de funciones que permitan mejorar las características de la imagen, facilitando así su posterior procesamiento; en este caso en particular, la primera acción que se toma es la de realizar una conversión en la escala de la matriz original, modificando la profundidad en la tonalidad de la imagen con la finalidad de mejorar el brillo; en segunda instancia se aplica una función de reducción de ruido en la imagen, lo cual permite realzar los elementos de interés e ignorar detalles menores que pudiesen incrementar la complejidad o conducir a errores en el conteo. En la Fig. 3 se observa la interfaz en la etapa de preprocesamiento.



6. Ejemplo de la interfaz en la etapa de Preprocesamiento. (Fuente propia)

Segmentación

En lo que concierne a esta etapa es necesario en primer lugar transformar la imagen del modelo de color RGB a BGR, esto para adaptar la matriz a los requerimientos de las posteriores funciones, en segundo lugar, se lleva a cabo una conversión a escala de grises, condición requerida para implementar un filtro bilateral.

El filtrado bilateral tiene por objetivo suavizar la imagen, de manera tal que permite la reducción de ruido gaussiano o pixeles no deseados en la imagen, sin embargo, no presenta perdidas en la delimitación de los bordes. El método utilizado para la detección de los bordes es el algoritmo Canny [11], ampliamente utilizado para encontrar contornos y la extracción del fondo de una imagen, su funcionamiento se rige por dos principales parámetros o umbrales superior e inferior, los cuales determinan si un pixel es considerado

como parte de un contorno fuerte, débil o si debe suprimirse. En la Fig. 4 se muestra un ejemplo de la interfaz en la etapa de Segmentación.

Descripción

El proceso comienza definiendo un par de máscaras para la implementación de filtros morfológicos [12] de dimensiones $n \times m$ píxeles que el usuario considere apropiadas, para el presente caso primeramente se ha utilizado un filtro de tipo Closing, el cual involucra a su vez dos acciones de filtrado, la primera denominada Dilatación, función que permite expandir los elementos de la imagen en un determinado número de píxeles y la segunda es la Erosión, la cual contrae los elementos de la imagen, en conjunto permite el rellenar los contornos localizados en la etapa anterior; posteriormente se implementa un filtro del tipo Opening que realiza la función inversa al Closing; sin embargo, su combinación mejora notablemente la visualización y delimitación de los contornos.

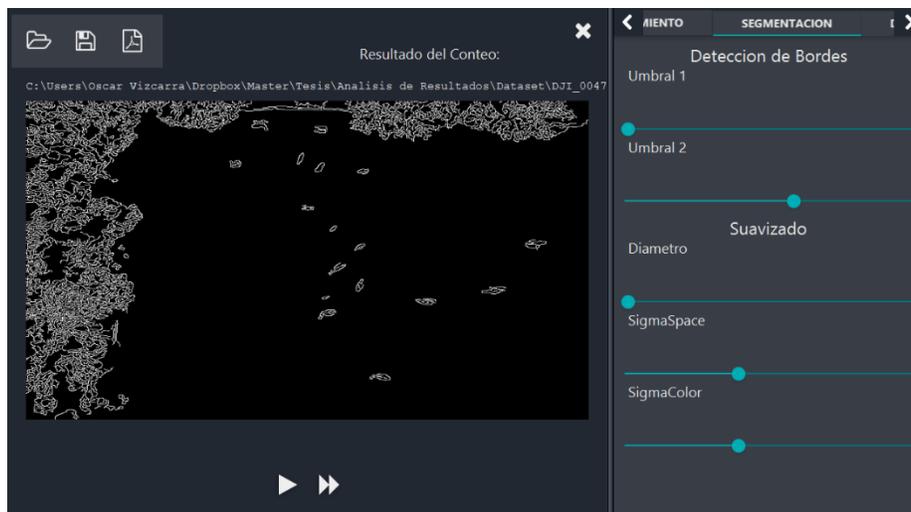


Fig. 7. Ejemplo de la interfaz en la etapa de Segmentación. (Fuente propia)

En la Fig. 5 se puede observar la interfaz durante la etapa de la Descripción.

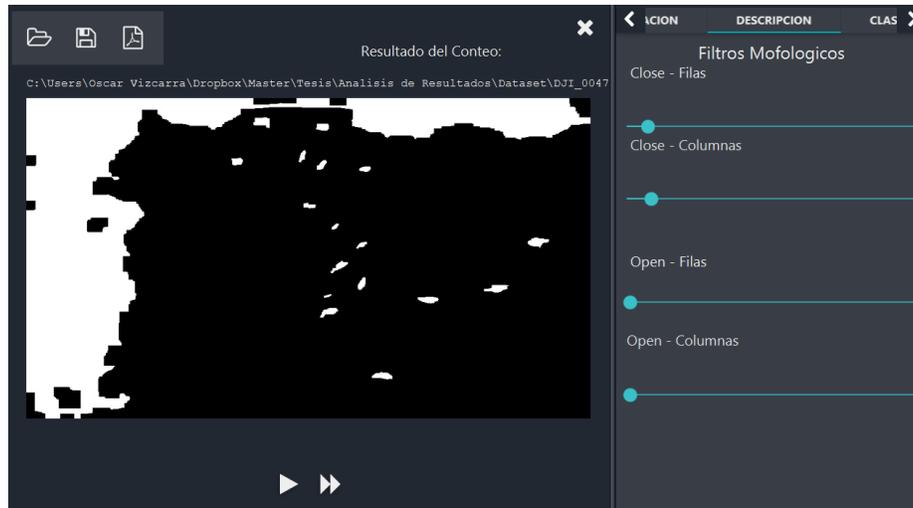


Fig. 8. Ejemplo de la interfaz en la etapa de la Descripción. (Fuente propia)

Clasificación

Con respecto a esta etapa, el método de clasificación implementado es del tipo no supervisado, el procedimiento empleado para discriminar entre un objeto u otro se basa en el establecimiento de límites con respecto al área de los contornos encontrados, de esta manera ha sido posible el eliminar del conteo aquellos elementos presentes en la imagen que tengan un área demasiado distante al promedio de los elementos de interés. En la Fig. 6 se puede observar la interfaz en la etapa de la Clasificación.

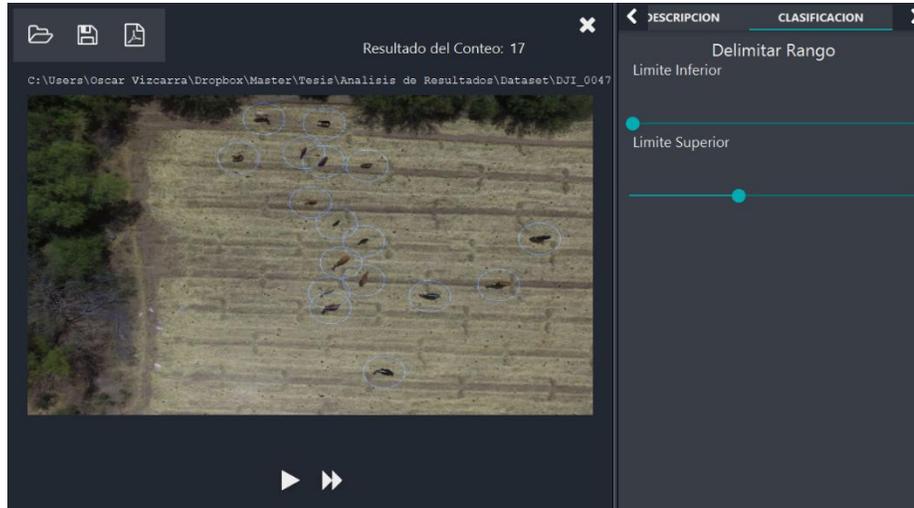


Fig. 9. Ejemplo de la interfaz en la etapa de la Clasificación. (Fuente propia)

Visualización de Resultados

Al finalizar el procesamiento se presenta la posibilidad de generar un reporte que incluye todos los datos involucrados en el proceso, tanto los datos que identifican la imagen y operación, así como cada uno de los parámetros utilizados para calcular determinado resultado. El sistema ofrece la opción de impresión en papel y en un documento de tipo PDF. En el Fig. 7 se puede observar la interfaz al generar un reporte.

3 Análisis de Resultados

En esta sección se trata lo referente al método utilizado para diseñar la prueba, sus características y los resultados obtenidos; el método ha sido el de GQM (Goal Question Metric) [13], el cual considera los aspectos principales que deben tomarse en cuenta durante la planeación del experimento, permitiendo establecer la meta, identificar el contexto, plantear las hipótesis, así como definir las variables y sujetos de estudio. El enfoque de GQM se basa en especificar los objetivos de los proyectos, para luego rastrear esos objetivos hasta obtener los datos que son necesarios para definir su operación y finalmente proporcionar un marco para interpretar los datos con respecto a los objetivos establecidos, la información cuantificada se puede analizar para determinar si los objetivos se han logrado o no.

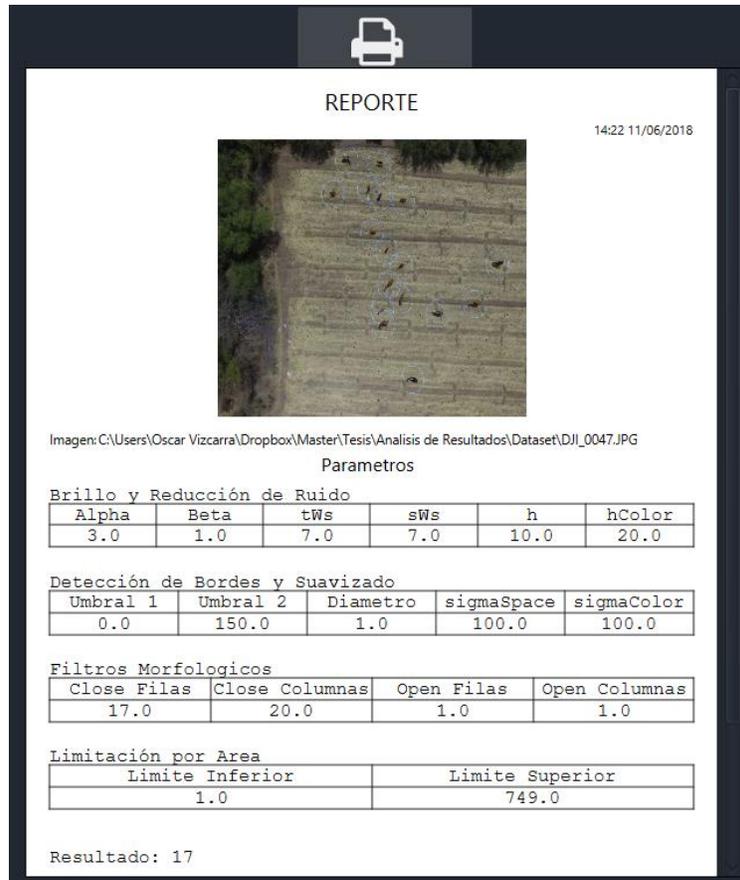


Fig. 10. Ejemplo de la interfaz al generar un reporte. (Fuente propia)

Fase de Pruebas

La captura de las imágenes se realizó en los predios correspondientes al ejido Ranchito de Huepac, Sonora, México. Se establecieron dos horarios los cuales designaremos como H1 y H2, siendo aproximadamente a las 13:00 y 14:00 respectivamente; además se manejaron tres alturas 30, 40 y 50 metros, en ambos casos las variables se definieron con el objetivo de analizar en qué condiciones se obtienen mejores resultados.

Para poner en perspectiva las características de las imágenes se puede observar la Fig. 8; donde al tratarse de unas muestras totalmente aleatorias pueden contener entre animales adultos y crías, de pelajes de diversos colores y presentando distancias entre ellos desde distancias muy cortas hasta bastante amplias.

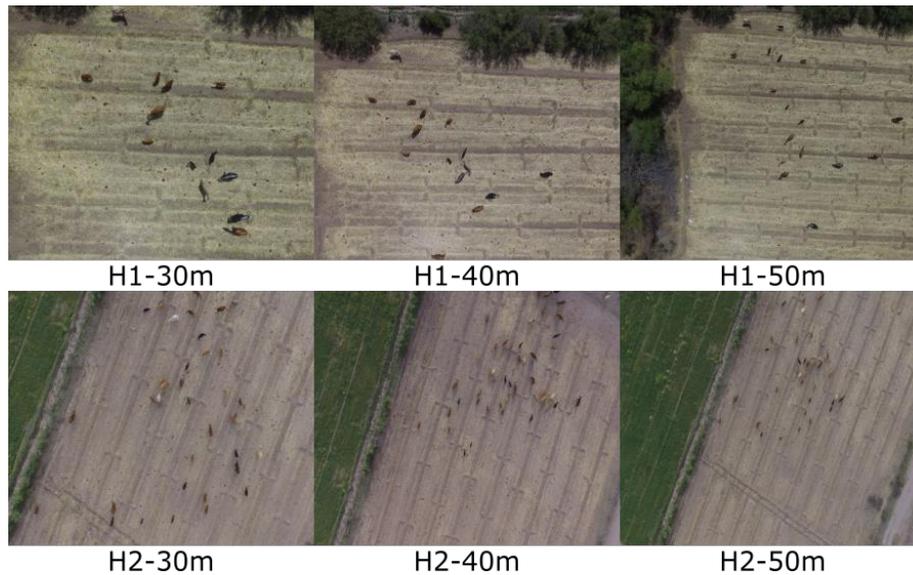


Fig. 11. Muestra representativa de las imágenes capturadas. (Fuente propia)

Validación de Resultados

Para validar el desempeño del algoritmo se ha empleado un conjunto de cien imágenes procesadas y realizando una matriz de coincidencia, denominación dada a la matriz de confusión para clasificadores no supervisados, la cual permite representar el total de elementos clasificados de forma correcta e incorrecta, además de calcular estadísticos como: la sensibilidad, la precisión, la exactitud, así como la tasa de error [14] [15].

En el presente caso se realizó una adaptación de la matriz de coincidencia, esto se debe a que no se cuenta con múltiples clases, sino que se busca determinar del total de elementos reales presentes en la imagen cuantos se logró contabilizar correctamente, lo que involucra que no se tengan elementos negativos y por ende algunos estadísticos no se pueden calcular. Para realizar estos cálculos se utilizaron todos los valores obtenidos durante el procesamiento y cuyo resumen se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos utilizados en la matriz de coincidencia. (Fuente propia)

P: Número de Elementos Positivos	1852
N: Número de Elementos Negativos	0
TP: Numero de Verdaderos Positivos	1378

FP: Numero de Falsos Positivos	28
TN: Numero de Verdaderos Negativos	0
FN: Numero de Falsos Negativos	474

En la Tabla 2 se incluyen los resultados obtenidos al calcular esta serie de métricas de validación en el conjunto total de imágenes.

Tabla 2. Resultados obtenidos del total de imágenes. (Fuente propia)

PPV: Precisión	0.98008
TPR: Sensibilidad	0.74406
Exactitud	0.74406
FNR: Tasa de Error	0.25594
FDR: Tasa de Falsos Detectados	0.01991
F1-Score	0.845918

En esta primera instancia podemos observar una Precisión de 0.98008, valor que ha sido obtenido debido al bajo nivel de falsos positivos, característica que se atribuye al alto nivel de ajuste con el que cuenta el sistema, permitiendo así enfocarse en los elementos de interés. La Tasa de Falsos Detectados corresponde a 0.01991. A su vez tenemos la Sensibilidad y Exactitud con un 0.74406, valor obtenido con base en la tasa de conteos correctos con respecto al total de elementos, el cual es directamente proporcional a la Tasa de Error con el 0.25594.

Por ultimo tenemos F1-Score con un valor de 0.845918, el cual representa la calificación global que obtuvo el clasificador con base al total de muestras utilizadas durante la fase de pruebas al sistema, la razón por la que se utilizó este estadístico para determinar la eficiencia total del clasificador, es que se contaba con un conjunto de datos desbalanceados esto con respecto al total de falsos positivos y falsos negativos, por lo cual lo más apropiado era utilizar métricas con un peso similar como lo son la sensibilidad y la precisión.

4 Conclusiones

El propósito de este artículo ha sido el presentar el resultado de la implementación de un sistema para apoyar en el censo automático de animales, dando énfasis en las características e implementación del prototipo, presentando el mayor detalle posible. Con respecto a los resultados obtenidos de las pruebas realizadas se ha cumplido con el objetivo de desarrollar una herramienta capaz de contabilizar los animales con un nivel de acierto aceptable para sistemas de visión en este tipo de entornos con una gran cantidad de variables independientes al sistema.

Como trabajo futuro, se observa como oportunidad trabajar en adaptar el algoritmo de identificación desarrollado para su implementación en un mecanismo que permita su aplicación en tiempo real, con el fin de posteriormente integrarlo como un módulo en un sistema de captura de video mediante un dron, que permita transmitir en tiempo real información sobre la cantidad de animales identificados en cada zona de búsqueda o de interés. Así mismo, se observa necesario realizar un mayor número de pruebas con imágenes capturadas en distintos escenarios para identificar los mejores parámetros de ajuste para una más eficiente operación del algoritmo de identificación.

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado mediante la beca 452195.

Referencias

1. INEGI, “Censo Agropecuario (2007) El Ganado Bovino en Sonora,” Sonora, (2007).
2. A. Vizcarra, O. Rodríguez, & C. Rose, “Arquitectura de un Sistema para la Identificación y Censo de Animales mediante Imágenes Aéreas,” *Av. Investig. en Ing. en el Estado Son.*, vol. 3, no. 1, pp. 384–390, (2017).
3. F. Martin & S. Kendall, *UML Gota a Gota, I*. Mexico: Addison Wesley Longman de Mexico, (1999).
4. P. Kruchten, “The 4+ 1 View Model of Architecture,” *Software, IEEE*, vol. November 1, no. November, pp. 42–50, (1995).
5. Oracle, “Oracle-JavaFX: Getting Started with JavaFX,” (2014). <https://docs.oracle.com/javase/8/javafx/getstarted/tutorial/jfxoverview.htm#JFXST784>. [Consultado: 05-Oct-2018].
6. Oracle, “Oracle-JavaFX Scene Builder Archive,” (2018). <https://www.oracle.com/technetwork/java/javafxscenebuilder-1xarchive2199384.html>. [Consultado: 05-Oct-2018].
7. OpenCV, “OpenCV,” (2018). <https://opencv.org/>. [Consultado: 05-Oct-2018].
8. K. Dawson-Howe, *A Practical Introduction to Computer Vision with OpenCV*, 1st ed. Dublin: Wiley, (2014).
9. K. Sharan, *Learn JavaFX 8: Building user Experience and Interfaces with Java 8*. New York: Apress, (2015).
10. M. Taman, *JavaFX Essentials*, 1st ed. Birmingham: Packt Publishing Ltd, (2015).
11. OpenCV, “OpenCV-Canny Edge Detection,” (2017). https://docs.opencv.org/3.3.0/da/d22/tutorial_py_canny.html. [Consultado: 05-Oct-2018].

12. OpenCV, "OpenCV-Morphological Transformations," (2017).
https://docs.opencv.org/3.4/d9/d61/tutorial_py_morphological_ops.html
[Consultado: 05-Oct-2018].
13. V. Basili, G. Caldiera, & D. Rombach, "Goal Question Metric Approach,"
Encyclopedia of Software Engineering. Wiley, pp. 528–532, (1994).
14. F. Coenen, "On The Use of Confusion Matrixes," Liverpool, (2012).
15. T. Fawcett, "An introduction to ROC analysis," Pattern Recognit. Lett., vol. 27, no.
8, pp. 861–874, (2006).

Prototipo de una aplicación móvil para el desarrollo de habilidades sociales a través del reconocimiento de gestos

Ramón Omar Parra-Guerrero¹, Ana Luisa Millán-Castro¹, Marcela Patricia Vázquez-Valenzuela², César Enrique Rose-Gómez¹, Sonia Regina Meneses-Mendoza¹

¹Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
ramon@rparra.me, anamillan@ith.mx, crose@ith.mx, so_meneses@ith.mx

²Colegio EDIA, Calle Abogados 100, Fraccionamiento Staus, CP. 83249, Hermosillo, Sonora, México.
marcelavazquez@yahoo.com

Resumen.

Poder comunicarnos es una de las características más importantes que tenemos como seres humanos en el entendido de que es más que solo intercambio verbal entre individuos. Gracias a esta habilidad somos capaces de expresar lo que sentimos a las demás personas, podemos compartir aquello que pensamos, aprender y conocer nuevos conceptos. Sin embargo, existen personas que padecen de un trastorno que les limita comunicarse como las demás, el cual es conocido como el Trastorno de Comunicación Social. Este trastorno afecta la parte sutil y no hablada del lenguaje: la pragmática. Se estima que en México aproximadamente uno de cada 300 niños se encuentra dentro del espectro de este trastorno. En Hermosillo, existen instituciones como el colegio EDIA para ayudar a las personas diagnosticadas con este trastorno. Este colegio aplica distintas terapias especializadas para hacer que, desde una temprana edad, los niños puedan empezar a reconocer las emociones que se expresan con el rostro. La terapia consiste en imitar con su rostro una serie de expresiones faciales, las cuales se representan en forma de pictogramas. Este trabajo explica cómo fue que se desarrolló un prototipo de una aplicación móvil la cual, a través del uso del cómputo afectivo y técnicas de visión por computadora, trata de replicar dicha terapia. De esta forma, pretendemos realizar una terapia asistida por computadora para ayudar a aquellos niños que padezcan de este trastorno de una forma más amena y accesible.

Palabras clave: Visión por computadora, trastorno de comunicación social, cómputo afectivo, redes neuronales.

Parra-Guerrero RO, Millán-Castro AL, Vázquez-Valenzuela MP, Rose-Gómez CE, Meneses-Mendoza SR (2018) Prototipo de una aplicación móvil para el desarrollo de habilidades sociales a través del reconocimiento de gestos. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):34-43

1 Introducción

El trastorno de comunicación social, anteriormente conocido como el síndrome de Asperger, es un trastorno del neurodesarrollo que se manifiesta a través de deficiencias en la comunicación en una persona [1]. Una de las áreas más afectadas por este síndrome se trata de la pragmática, la parte sutil y no hablada del lenguaje. Las personas que padecen el trastorno tienen dificultades tales como el uso limitado de gestos, expresiones faciales limitadas, o miradas rígidas [2].

El colegio EDIA, una institución localizada en Hermosillo Sonora, se especializa en atender a niños y jóvenes que presentan distintos trastornos mentales [3]. En esta escuela se les imparte una terapia a los niños que padecen del trastorno de comunicación social con la esperanza de ayudarlos a mejorar sus habilidades sociales. La terapia está basada en el reconocimiento de expresiones faciales, y consiste en hacer que el niño imite una expresión facial que se encuentra impresa en forma de un pictograma en una tarjeta. A través de estos ejercicios, los profesores y psicólogos del colegio EDIA argumentan que los niños tendrán un mejor entendimiento de las emociones que se presentan en las demás personas y en ellos mismos.

Como propósito principal, el presente artículo explicará cómo fue que se implementó la terapia descrita anteriormente en forma de una aplicación móvil desarrollada como proyecto de tesis de maestría. Creemos que dicha aplicación, no solo aportará una experiencia similar a la terapia que aplican en el mismo colegio, sino que también la hará más amena y accesible. Este prototipo fue desarrollado para el sistema operativo Android, y usa técnicas de visión por computadora y aprendizaje automático para clasificar el rostro del usuario en tiempo real a través de la cámara frontal del dispositivo.

2 Desarrollo

El desarrollo del sistema se divide en dos secciones: la detección y clasificación de los rostros, y el diseño de la aplicación móvil. La primera sección consiste en utilizar la visión por computadora para detectar en una imagen un rostro humano, y un algoritmo para clasificar la expresión facial del rostro detectado en una emoción correspondiente. La segunda parte trata de ver cómo es que se puede implementar esta red neuronal previamente entrenada en un dispositivo móvil, y hacer que realice la clasificación en tiempo real a través de su cámara frontal.

2.1 Detección y clasificación de rostros

Antes de empezar a programar la aplicación para Android, debemos de tener una base con la que podemos partir. En este caso, se tiene que analizar cómo es que una computadora puede realizar la tarea de clasificar rostros en sus respectivas emociones. Es decir, hay que

Prototipo de una aplicación móvil para el desarrollo de habilidades sociales a través del reconocimiento de gestos

realizar un programa para ver si un rostro nos está indicando felicidad, tristeza, enojo, sorpresa o alguna otra emoción.

2.2 Detección de rostros

La primera tarea radica en detectar los rostros de las personas que puedan encontrarse en una imagen. Para esta fase, se utilizó la librería OpenCV y su módulo de detección de caras. Este módulo está basado en el trabajo de Paul Viola y Michael Jones, titulado “*Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features*” [4]

Implementar esta tarea es muy sencillo en Python, sólo se ocupa tener el archivo “haarcascade_frontalface_default.xml”, el cual está disponible en el repositorio de OpenCV, y usarlo de la manera que muestra la figura 1.

```
face_cascade = cv2.CascadeClassifier('frontalface.xml')
img = cv2.imread('./img/lenna.png')
img_gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

faces = face_cascade.detectMultiScale(img_gray, 1.3, 5)
for (x, y, w, h) in faces:
    roi = img[y:y+h, x:x+w].copy()
    cv2.rectangle(img, (x, y), (x + w, y + h), (0, 255, 0), 2)
```

Figura 1. Detección de rostros en OpenCV

Si ejecutamos el programa, y pasamos como argumento una imagen con un rostro de una persona (en este caso, la famosa imagen de Lenna), podemos observar el resultado mostrado en la figura 2.

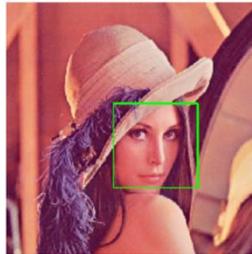


Figura 2. Aplicando detección facial a la imagen “Lenna”

2.3 Clasificación de rostros

Una vez que tenemos la localización y tamaño de las caras en la escena, lo que sigue es recortarlas y alimentarlas a un algoritmo de clasificación. En el campo de visión por computadora, uno de los algoritmos más eficientes hasta la fecha es el de las redes neuronales convolucionales. Una red neuronal es un modelo de aprendizaje automático

inspirado en la biología humana. La red consiste en un conjunto de procesadores (conocidos como perceptrones) que aprenden a partir de una gran cantidad de datos como ejemplo [5]. Los datos que recibe se le conoce como vector de características, donde en aplicaciones para visión artificial puede ser características que se extrajeron manualmente (a partir de filtros) o bien, un vector de una dimensión que represente la imagen completa.

Ahora bien, las redes neuronales convolucionales son un tipo de redes neuronales profundas (redes de tres o más capas) muy usadas en las áreas de visión artificial, audio, y procesamiento de lenguaje natural. Este tipo de redes resultaron ser ideales para clasificar imágenes debido a su arquitectura jerárquica: se empieza por agrupar píxeles en bordes, los bordes en patrones, los patrones en objetos, y los objetos en escenas [5].

Existen muchas formas de crear redes neuronales, y según creemos, la forma que resulta ideal para ser usada dentro de aplicaciones móviles o embebidas es a través de TensorFlow de Google. TensorFlow es un *framework* de código abierto usado para desarrollar aplicaciones de aprendizaje automático, está pensado para operar a gran escala, en distintos entornos, y utiliza grafos para representar el algoritmo y el estado en el que éste opera [6].

Dentro de las redes neuronales convolucionales usadas en la visión por computadora, existen distintos modelos para clasificar imágenes. Estos modelos se entrenan para clasificar correctamente el conjunto de imágenes llamado ImageNet [7], una tarea estándar en el campo de la visión artificial. En ImageNet se incluyen 1000 diferentes clases, que representan objetos como “computadora”, “teclado”, “perro”, “gato”, y más. Los modelos se comparan con sus cinco más probables predicciones para ver cuáles de ellos son los mejores. Entre estos modelos podemos encontrar a: QuocNet, AlexNet, Inception (GoogLeNet), Inception-v3, entre otros.

El hecho de que un modelo sea mejor que otro depende de la aplicación que se le quiera dar y de otros factores diversos. No basta solamente con tener una mayor puntuación en las predicciones, también hay que tener en cuenta el tamaño y la velocidad en la que se infieren dichas predicciones. Para las aplicaciones móviles, estos dos factores resultan ser de extrema importancia, porque muchos dispositivos móviles que se encuentran en el mercado no cuentan con el procesamiento necesario o la memoria para lograr una buena experiencia de usuario. Debido a las exigencias de tener modelos para clasificar imágenes compactos, y a su vez suficientemente poderosos, surgió un nuevo tipo de red convolucional: MobileNet, descritas en el artículo “*MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications*” publicado en el 2017. Este modelo se caracteriza por generar redes extremadamente pequeñas con una puntuación comparable a redes hechas con otros modelos [8].

Entrenar una red para inferencia requiere de muchos recursos computacionales, además de mucho tiempo. Así que, para evitar lo anterior, se utilizó una técnica llamada aprendizaje de transferencia. Esta técnica consiste en tomar un modelo previamente entrenado para

Prototipo de una aplicación móvil para el desarrollo de habilidades sociales a través del reconocimiento de gestos

volver a usarlo en un nuevo modelo, así se aprovecha todo aquello que la red aprendió y solo se vuelve a entrenar las últimas capas, generalmente suele entrenarse únicamente la capa de clasificación. La forma más común y fácil de generar un clasificador de imágenes, es utilizando los *scripts* que provee el mismo *framework* de TensorFlow. Dichos scripts facilitan la descarga de distintos modelos para entrenar a través de aprendizaje de transferencia, y el entrenamiento para el reconocimiento de imágenes.

Una vez que tenemos definido cuál es el modelo que vamos a usar, lo que sigue es encontrar un conjunto de datos con el cual podamos entrenarlo. Como nos interesa que el clasificador pueda reconocer por lo menos cuatro expresiones faciales básicas: la felicidad, la tristeza, el enojo y la sorpresa, podemos utilizar uno llamado FER2013. Este conjunto de datos fue publicado en “*Challenges in Representation Learning: A report on three machine learning contests*”. FER2013 está compuesto por imágenes en blanco y negro de personas realizando distintas expresiones faciales y se encuentran catalogadas en las siguientes clases: enojo, disgusto, temor, felicidad, tristeza, sorpresa, y neutral [9]. Se puede observar una muestra en la figura 3.



Figura 3. Muestra del dataset FER2013

Si queremos usar estos datos habrá que procesarlos primeramente. El conjunto de datos anterior está formado por un archivo csv, donde cada renglón representa los píxeles de la imagen, la etiqueta asignada, y si es parte del conjunto de entrenamiento o no. Para nuestro prototipo, ocuparemos hacerle los siguientes cambios:

- Añadir todas las imágenes etiquetadas con “disgusto” a las imágenes etiquetadas como “enojo”, debido a su similitud y la poca cantidad de imágenes en “disgusto”.
- Eliminar las emociones que no nos interesan, “temor” y “neutral”.
- Extraer los valores del archivo csv a imágenes catalogadas en un directorio de la computadora.

La nueva distribución de los datos de FER2013 puede verse en la figura 4.

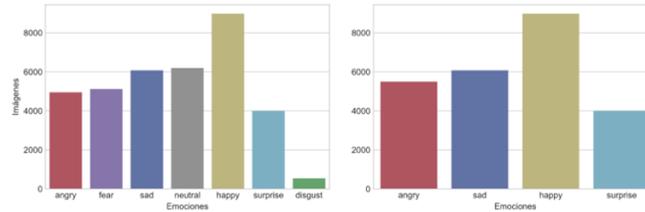


Figura 4. Nueva distribución de FER2013

Una vez que tenemos los archivos que necesitamos en formato de imagen, ya podemos entrenar nuestra red neuronal. Como se mencionó anteriormente, utilizamos TensorFlow para realizar el entrenamiento de una red tipo MobileNet, y usamos la técnica de aprendizaje de transferencia para que tome menos tiempo. Siguiendo los pasos que se indican en [10], tal y como lo muestra la figura 5.

```
python3 retrain.py \  
--image_dir ./datasets/fer2013 \  
--learning_rate=0.001 \  
--testing_percentage=15 \  
--validation_percentage=15 \  
--train_batch_size=32 \  
--validation_batch_size=-1 \  
--flip_left_right True \  
--random_scale=30 \  
--random_brightness=30 \  
--random_crop=5 \  
--eval_step_interval=100 \  
--how_many_training_steps=30000 \  
--tfhub_module https://tfhub.dev/google/imagenet/mobilenet\_v2\_100\_224/feature\_vector/1 \  
--output_graph=$(date '+%Y%m%d%H%M%S')_fer2013.pb \  
--output_labels=fer2013.txt
```

Figura 5. Entrenamiento de la red neuronal

Adicionalmente a los parámetros del ejemplo citado anteriormente, se le añadió otros como `--flip_left_right`, `--random_scale` o `--random_brightness`. Estos parámetros crean variaciones en los datos de entrada para hacer un clasificador más robusto, a esta técnica se le llama aumento de datos (*data augmentation*) [11]. La salida del script es una red congelada, donde el modelo y los pesos están listos para ser implementados en alguna aplicación sin que la red se necesite volver a entrenar. Esta red puede usarse en conjunto al ejemplo de detección de rostros mostrado en la sección anterior como prueba de concepto antes de implementarlo en una aplicación móvil. El ejemplo se muestra en la figura 6.

Prototipo de una aplicación móvil para el desarrollo de habilidades sociales a través del reconocimiento de gestos

```
labels = ['angry', 'happy', 'sad', 'surprise']
graph = load_graph('./models/fer2013.pb')
img, roi = load_image('./img/lenna.png')
input_op = graph.get_operation_by_name("input")
output_op = graph.get_operation_by_name("final_result")

with tf.Session(graph=graph) as sess:
    img_reshape = np.reshape(imutils.resize(roi, 224, 224), (1, 224, 224, 3))
    results = sess.run(output_op.outputs[0],
                       feed_dict={input_op.outputs[0]: img_reshape})
    results = np.squeeze(results)
    top_k = results.argsort()[-5:][::-1]

cv2.putText(img, labels[top_k[0]], (10,500), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,
            2,(0,255,0),2,cv2.LINE_AA)
```

Figura 6. Detección de rostros y red neuronal

Su resultado puede verse en la figura 7.

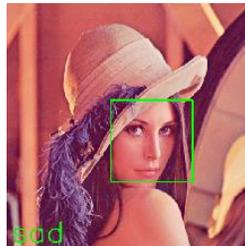


Figura 7. La imagen “Lenna” etiquetada

2.4 Aplicación móvil

Una vez visto cómo es que podemos usar la detección de rostros y una red neuronal para clasificar expresiones faciales, queda resolver dos incógnitas. La primera, es ver cómo es que podemos reproducir los resultados anteriores dentro de Android, y la segunda, cómo podemos aprovechar el clasificador para que los usuarios, en este caso los niños diagnosticados con el trastorno de comunicación social, puedan aprender de ello.

La forma más sencilla que se encontró en Android para manejar la configuración de la cámara frontal, detectar rostros en tiempo real, y capturar los cuadros de interés fue a partir de la librería Mobile Vision de Google. Esta librería nos proporciona un método por el cual podemos acceder directamente al cuadro en formato mapa de bits. Este mapa de bits, si existe una cara, se recorta y redimensiona para enviarse al módulo de clasificación de rostros. El módulo de clasificación de rostros consiste en cargar y utilizar el modelo previamente entrenado con nuestro conjunto de datos de rostros y congelado. Para esta fase igualmente se utilizó TensorFlow para Android, tomando como base el código publicado en su repositorio de ejemplo.

El clasificador y la cámara se juntaron en un solo paquete, y se programó para ser utilizado como si fuera cualquier otro componente, o *View*, de Android que se comunica de forma asíncrona a través de una interface común de Java. Así, por ejemplo, si queremos utilizar la cámara dentro de una actividad nueva, solamente necesitaríamos insertarla en el XML de la actividad, como se muestra en la figura 8.

```
<me.rparra.showmeemotion.ui.emotioncamera.EmotionCamera
    android:id="@+id/emotion_camera"
    android:layout_width="200dp"
    android:layout_height="200dp" />
```

Figura 8. Declaración de la cámara en la actividad

Para hacer que la actividad pueda recibir las emociones que se detectan en la cámara, se implementará una interface en el código, tal y como se ve en la figura 9.

```
public class ExampleActivity
    implements EmotionCameraListener {

    protected EmotionCamera emotionCamera;

    @Override
    public void onEmotion(EmotionResult currentEmotionResult, boolean finalEmotion) {
        // ...
    }
}
```

Figura 9. Actividad implementando la interfaz

Como resultado, cada vez que la cámara genere una predicción a partir de un rostro, que se encuentra en un cuadro capturado por la cámara, ésta estará disponible para que el usuario pueda saber su emoción actual. A través de lo anterior, podemos implementar distintos ejercicios por resolver a partir de las expresiones que el usuario realice con su rostro. Para el prototipo, se implementaron tres ejercicios distintos sugeridos por el colegio EDIA:

1. El primer ejercicio consiste en presentarle una serie de expresiones faciales en forma de pictogramas, mejor conocidos como *emojis*, que el usuario deberá de imitar para ir avanzando.
2. El segundo ejercicio imita el juego de “memorama”. Donde las cartas se conforman por expresiones faciales, representadas igualmente por *emojis*. Las cartas se acomodan cada vez que se inicia el juego de forma aleatoria, y el usuario debe de adivinar cuáles son los pares de cartas. Una vez que el usuario encuentra el par, si es una emoción que la cámara puede detectar, se le mostrará una nueva pantalla para que el usuario replique la expresión que adivinó.

Prototipo de una aplicación móvil para el desarrollo de habilidades sociales a través del reconocimiento de gestos

3. Por último, el tercer ejercicio presenta una serie de situaciones sociales. Esto es, una imagen acompañada por una situación hipotética, donde el usuario tendrá que indicar con su rostro cómo se sentiría. Si su expresión concuerda con el contexto de la situación social, se le presentará otra hasta terminar con la lista.

3 Resultados

Las interfaces de los ejercicios se diseñaron y luego fueron implementadas en Android como un prototipo, el cual se puso a prueba con siete maestros y sus alumnos del colegio EDIA durante dos semanas. Este prototipo recibió el nombre “*Show Me Emotion*”. La aceptación del prototipo fue favorable tanto en alumnos como maestros, resaltaron que la aplicación fue muy sencilla de utilizar y atractiva para el usuario, sin embargo, concluyeron que faltaría realizar una prueba de mayor tiempo para comprobar su efectividad. En la figura 10 se muestran algunas capturas de la interface.

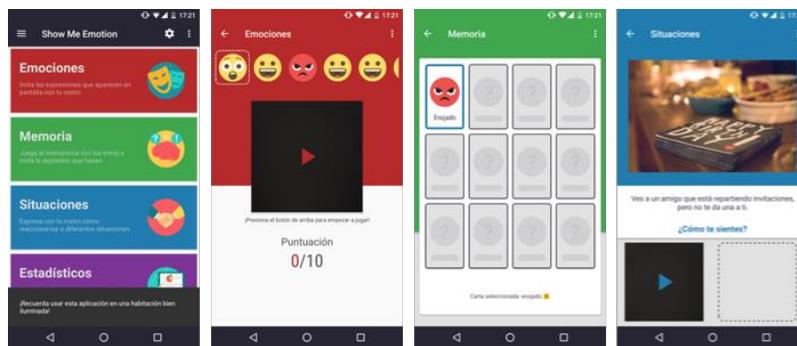


Figura 10. Capturas de la aplicación móvil

4 Trabajo a futuro

A pesar de que la implementación del prototipo tuvo éxito, consideramos que aún existe bastantes puntos que considerar. El primer punto, es hacer la aplicación final multiplataforma. Creemos que esta aplicación no debería ser exclusiva para el sistema operativo Android, y debería portarse a otros como a iOS o incluso a un sistema web. El segundo, es que la aplicación como está programada actualmente no considera a múltiples usuarios, esto es, podría expandirse a que existan distintos roles (administradores, psicólogos, estudiantes) para poder tener un mejor control de los estudiantes que usan la aplicación e incluso generar estadísticas que podrían aportar una mejor visión de cómo se podrían mejorar los ejercicios.

5 Conclusiones

Se diseñó e implementó un prototipo en forma de aplicación móvil para Android, con el propósito de ayudar a niños diagnosticados con el trastorno de comunicación social. La aplicación utiliza técnicas de visión por computadora y redes neuronales para clasificar los rostros de los usuarios en cuatro emociones básicas: felicidad, enojo, tristeza y sorpresa. Se usó esta clasificación para crear tres distintos ejercicios en los cuales el usuario debe de progresar haciendo distintos gestos utilizando la cámara frontal de su dispositivo y así mejorar su entendimiento de cómo es que se relacionan los gestos con sus emociones. Podemos concluir que logramos efectivamente el objetivo de construir un prototipo que replicara la terapia que se aplica en el colegio EDIA a través de la visión por computadora. Además, se obtuvo una aceptación favorable por parte de los alumnos y maestros del mismo colegio a pesar de haber faltado más tiempo de prueba. No obstante, creemos que el proyecto tiene la posibilidad de seguir mejorando para que así pueda ayudar a más estudiantes diagnosticados con el trastorno de comunicación social.

Referencias

1. American Psychiatric Association, Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders Fifth Edition. American Psychiatric Publishing, pp. 47-49 (2013)
2. Attwood T.: The Complete Guide to Asperger's Syndrome, The Diagnosis. Jessica Kingsley Publishers, pp. 35-55 (2008)
3. Colegio EDIA, Colegio EDIA :: Colegio. <https://www.edia.edu.mx/colegio/> (2017). Accedido el 12 de mayo de 2017.
4. Viola P.; Jones M.: Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. Proc. 2001 IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognition. vol. 1, pp. I-511-I-518 (2001)
5. Theodoridis S.: Neural Networks and Deep Learning. Machine Learning, Determination Press, pp. 875-936 (2015)
6. Abadi M.: TensorFlow: A System for Large-Scale Machine Learning. Proc. 12th USENIX Symp. Oper. Syst. Des. Implement (2016)
7. Krizhevsky A.; Sutskever I.; Hinton G.: ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. Adv. Neural Inf. Process. Syst., pp. 1-9 (2012)
8. Howard A.; Zhu. M.; Chen B.; Kalenichenko D.; Wang W.; Weyand T.; Andreetto M.; Adam H.: MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications. arXiv preprint arXiv:1704.04861 (2017)
9. Goodfellow I; Erhan D.; Carrier P.: Challenges in representation learning: A report on three machine learning contests. International Conference on Neural Information Processing. Springer, Berlin, Heidelberg (2013).
10. TensorFlow, How to Retrain an Image Classifier for New Categories. https://www.tensorflow.org/hub/tutorials/image_retraining (2018). Accedido el 2 de junio de 2018.
11. Perez L.; Wang J.: The Effectiveness of Data Augmentation in Image Classification using Deep Learning. arXiv preprint arXiv:1712.04621 (2017)

ROKA: una metodología de desarrollo de software para automatización industrial

Iván Roberto Kawaminami García, Oscar Mario Rodríguez-Elías, María de Jesús Velázquez-Mendoza, Sonia Regina Meneses-Mendoza

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.

kawa_minami@hotmail.com,
{omrodriguez|rvelazqu|so_meneses}@ith.mx

Resumen. La industria invierte en grandes cantidades de recursos en sistemas de automatización y mantenimiento. Para fomentar sistemas más eficientes se propone el diseño de una metodología de desarrollo de software para la automatización de procesos industriales, que permita la inclusión de buenas prácticas y lecciones aprendidas de la Industria de Software tradicional, entre el gremio de profesionistas enfocados en la construcción de los programas para procesos de automatización industrial. Mediante la revisión de una búsqueda sistemática se desarrolló una metodología que cumpla las buenas prácticas y lecciones aprendidas de la Ingeniería del Software. La metodología fue validada mediante un estudio etnográfico, obteniendo una retroalimentación positiva de la experiencia de usuarios.

Palabras clave: Metodología de desarrollo de software, ingeniería del software, enseñanza de la programación, mecatrónica, automatización industrial.

1 Introducción

La creación de metodologías interdisciplinarias entre las ingenierías de desarrollo de software y las ingenierías de automatización industrial, es un trabajo poco explorado posiblemente por la necesidad de conocer estas dos disciplinas para lograr una integración. Hoy en día, los retos tecnológicos están creciendo por lo que los proyectos interdisciplinarios son más comunes, fomentando que las ciencias sean influenciadas por otras disciplinas, y las ciencias de la computación no son la excepción, ya que desde sus inicios han ido evolucionando de lenguajes de bajo nivel a lenguajes de alto nivel gracias a la adaptación de la gramática de los diferentes lenguajes. Pero no solo han sido influenciadas, las ciencias de la computación han mejorado los proyectos interdisciplinarios de tecnologías diversas, como la automatización industrial, donde la manufactura moderna ha hecho que esta área de la ingeniería sea cada vez más competida con la generación de sistemas más flexibles, más pequeños y más eficientes [1].

Kawaminami García IR, Rodríguez-Elías OM, Velázquez-Mendoza MdJ, Meneses-Mendoza SR (2018) ROKA: una metodología de desarrollo de software para automatización industrial. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):44-55

Diferentes proyectos han tocado el punto de un desarrollo para automatización industrial debido a que la evolución de sistemas mecatrónicos interdisciplinarios. Esto enfatiza la necesidad de proveer metodologías para apoyar el desarrollo de sistemas de software específicos para esta área, sobre todo en años recientes. No obstante, no hemos encontrado aún alguna metodología para desarrollo de software que tenga un enfoque específico para apoyar la construcción de programas de software por parte de profesionistas dedicados a la construcción de sistemas mecatrónicos o de automatización industrial, es decir, no especialistas en Ingeniería de Software o Ciencias de la Computación; pero que a la vez haga uso del conocimiento derivado de las buenas prácticas que se han logrado en los avances de dichas disciplinas, lo que deja una necesidad de aprendizaje para los ingenieros en el área de la automatización, por esta razón es el alcance de la presente investigación consiste en proponer una metodología pueda ayudar como herramienta de solución de las problemáticas planteadas, con su respectiva validación.

El resto de este documento se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se plasman los conceptos principales abordados en este trabajo, así como la revisión de literatura realizada; en la sección 3 se describe el análisis de diferentes metodologías de la ingeniería de software, y la elección de las etapas a utilizar para su uso en la metodología de desarrollo de software para automatización industrial ROKA; en la sección 4 se describe la aplicación de la metodología en un caso práctico como propuesta de validación, con el fin de mostrar y evaluar su utilidad; por último, en la sección 5 se presentan las conclusiones de este trabajo, donde se validan las preguntas de investigación planteadas, y se proponen posibles proyectos futuros, así como las principales aportaciones de este trabajo.

2 Método de estudio

El concepto de agente se utiliza para trabajar en las disciplinas de Ingeniería del Software y Mecatrónica. Un agente es aquel que posee una representación del mundo y toma decisiones en base a ella, por esta razón es que un agente habita en el mundo físico y es capaz de realizar acciones en su ambiente físico, por lo que se define como un componente de software y hardware que es capaz de ejecutar tareas por sí mismo, o dadas por un usuario [2].

Para encontrar la información más relevante se optó por una revisión sistemática, la cual es un proceso desarrollado para identificar literatura de interés mediante una búsqueda y una selección en base a criterios estratégicos para reducir sesgos y errores de azar. Estas estrategias incluyen la búsqueda exhaustiva de artículos relevantes y criterios claros y reproducibles en la selección de búsqueda de artículos para su revisión [3]. El estudio dio como resultado 12 artículos resultantes de la búsqueda sistemática como se observa en la Fig. 1.

Se realizó un análisis de las metodologías encontradas en los artículos obtenidos a través de la revisión sistemática para identificar elementos clave. En particular se analizaron las siguientes metodologías: CONCENS, FTMAS, OperA, GORMAS, MeiA, GAIA,

MESSAGE, PASSI, Tropos, Prometheus, INGENIAS, ADELFE y MaSE. Las etapas propuestas por cada metodología variaron desde 3 etapas, hasta 7.

Las etapas encontradas en las metodologías analizadas se agruparon en cuatro categorías relevantes para dar forma a la metodología ROKA, a la cual se le agregó una etapa de documentación para facilitar trabajos posteriores a la entrega del proyecto, esta decisión fue basada en que la documentación no puede ser desechada de la práctica de la ingeniería de software, pero propone la utilización de una documentación entendible, de menor espacio y de fácil actualización, para reducir los inconvenientes producidos por la documentación, como tiempos de entrega elevados [4]. La fig. 2 muestra las etapas que componen la metodología ROKA.

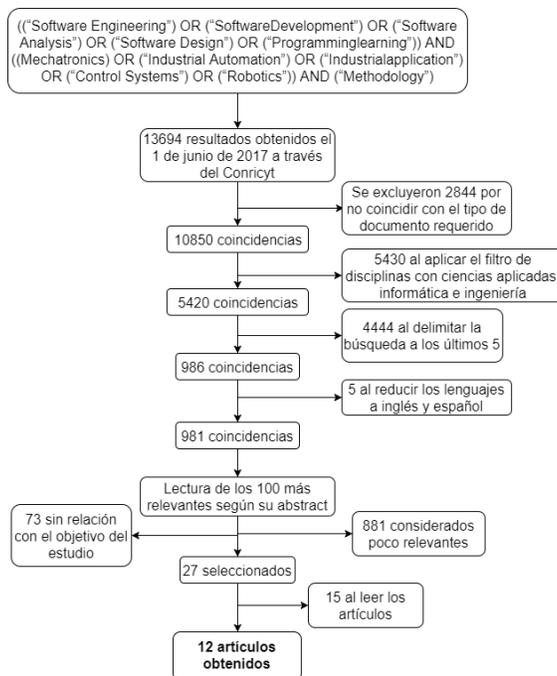


Fig. 1 Diagrama de proceso de búsqueda sistemática

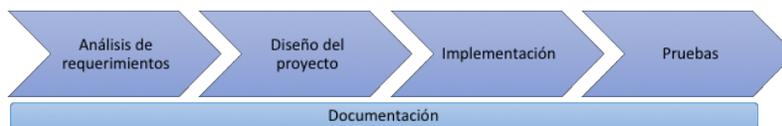


Fig. 2 Etapas de la metodología ROKA.

3 Desarrollo

La propuesta metodológica se basa en las etapas que en esta sección se explican detalladamente cumpliendo con el objetivo de diseñar la metodología para facilitar el desarrollo de software avanzado para sistemas de automatización industrial ROKA, la cual se basa en el llenado de información en diagramas que facilitan el entendimiento del proyecto.

La primera etapa consiste en el análisis de la problemática, el análisis de los recursos disponibles, las limitaciones que forman parte de los requerimientos por parte del desarrollador, el cual puede tener una opinión que, según su experiencia, mejore la calidad del producto terminado, además de eso se tomarán en cuenta tanto las experiencias recolectadas de los expertos que conocen los procesos actuales, como los deseos del cliente, para formar historias acerca del proceso. Para llevar a cabo de manera eficiente esta etapa se procede al llenado de un formato mostrado en la Fig. 3.

Formato de Requerimientos e Historias	
Nombre:	No:
Usuario:	Prioridad:
Descripción:	
Fortalezas:	Oportunidades:
Debilidades:	Amenazas:

Fig. 3 Ejemplo de diagrama de de requerimientos e historias.

La segunda etapa es la generación de actividades, dentro de ROKA. Una actividad consiste en el proceso por el cual una variable se lee como información, y mediante un proceso, constituido en uno o más métodos, genera una salida en el mundo digital, en la Fig. 4 se aprecia el diagrama de arquitectura de procesos.

Arquitectura de Procesos					
Actividad	Fuente	Entrada	Proceso	Salida	Efecto
Número o nombre	Variable de Entrada	Dispositivo de entrada	Método (0) Método (1)	Dispositivo de Salida	Variable de Salida
1	2	3	4	5	6

Fig. 4 Diagrama de arquitectura de procesos.

En la Fig. 4 se enlista clasificación de actividades de los métodos que serán programados dentro de los agentes, en actividades a desarrollar, las cuales representan el proceso de las variables físicas y su efecto en el entorno, el diagrama se compone en partes como:

1. Actividad: en esta sección se nombra a la actividad o se enumera para identificar dicha actividad y diferenciarla de las demás.
2. Fuente: este espacio se llena con el actor o fenómeno que produce variaciones en la entrada del sistema.
3. Entrada: aquí se propone un dispositivo de entrada y se explica que es lo que este detecta al variar la fuente.
4. Proceso: en este espacio se especifican los métodos por los cuales las entradas de información se convierten en salida, y que deberán ser programados por el desarrollador de software.
5. Salida: el efecto que realiza la salida de información del sistema en el dispositivo de salida.
6. Efecto: es el cambio que se manifiesta en el mundo físico como respuesta del sistema ante las variaciones en el dispositivo de entrada.

A manera de preámbulo a la investigación, se clasificará a los diferentes tipos de agentes según el tipo de relación entrada/salida, para distinguir las funcionalidades de cada uno ellos, los cuales se pueden apreciar en la Fig. 5.

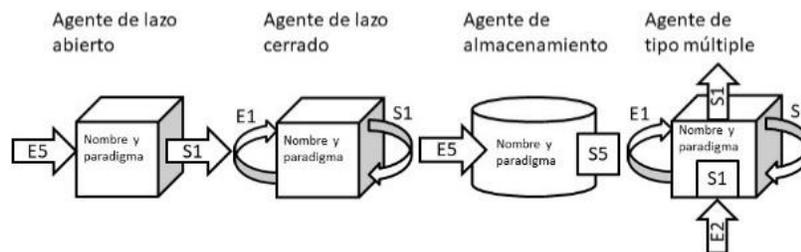


Fig. 5 Clasificación de agentes.

La teoría de control moderna propone un análisis de las variables a controlar para definir tipos de resolución de controladores de la variable, que por lo general se dividen en sistemas de control abierto, en los cuales la salida es una respuesta de la entrada sin retroalimentación,

y sistemas de control de lazo cerrado, el cual existe una salida que retroalimenta la entrada [5].

La tercera etapa de implementación consiste en utilizar los datos obtenidos para formar el diagrama principal de la metodología ROKA, el cual se observa en la Fig. 6.

El proyecto se separa en los diferentes agentes que interactúan entre sí, considerando como agente a todo aquel dispositivo que contenga entradas, procese la información obtenida y genere una salida. Un agente en la metodología ROKA es similar a un objeto del UML debido a que cada uno contiene métodos dentro de sí mismo codificados de preferencia con un paradigma práctico, dichos métodos se relacionan con los requerimientos e historias obtenidos a través de metodología ágil.

Aunado a lo anterior, existe dentro de la metodología ROKA un diagrama que relaciona los agentes y clarifica sus entradas y salidas, el cual se muestra en la Fig. 7.

Para la cuarta etapa de pruebas son necesarias las métricas y/o valores deseados que se obtienen de los requerimientos e historias del cliente; con el fin de obtener rúbricas para evaluar la finalización del proyecto. Dichas rúbricas pueden ser de dos tipos: holísticas o analíticas, las cuales se encuentran en la Fig. 8 y Fig. 9 [6].

Estos métodos también contienen la duración de desarrollo, y con esto se genera la quinta etapa de documentación donde se prepara el paquete de información del proyecto que se entrega al cliente y se planifica utilizando una gráfica de Gantt, la cual es una representación gráfica de la calendarización de las diferentes actividades que conforman un proyecto, utilizada para programar el orden y el cuándo de dichas actividades, separando por filas las actividades y en columnas las fechas, indicando las intersecciones en los momentos de inicio y fin programados para cada actividad [7].

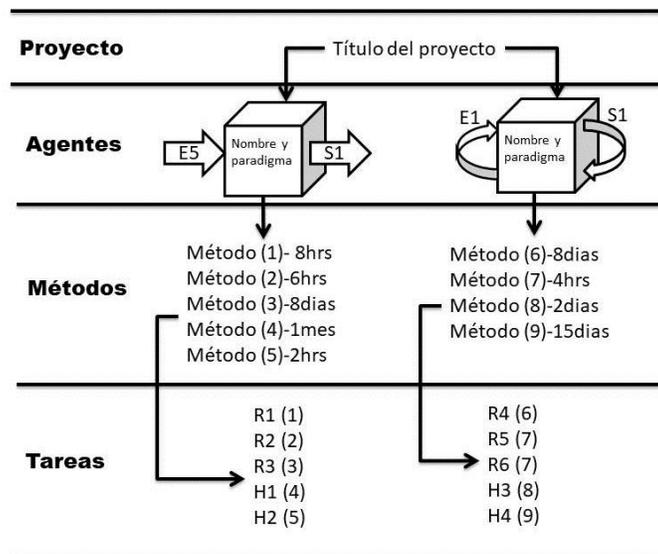


Fig. 6 Diagrama principal de metodología ROKA.

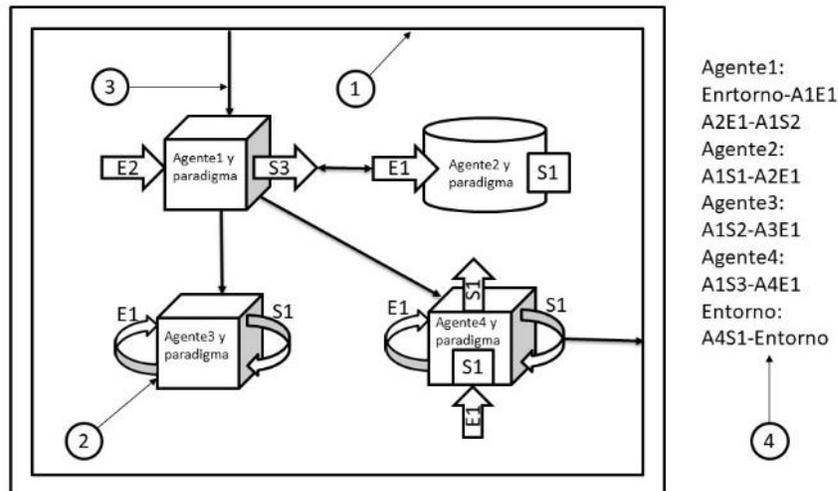


Fig. 7 Diagrama de relaciones de entradas y salidas entre agentes.

Con lo anterior se finaliza la documentación de la implementación de la metodología de desarrollo de software para automatización ROKA, la cual se anexa a la documentación necesaria para el desarrollo del proyecto, que debe tratarse previamente con el cliente.

Criterios	Verificación	Puntos
Criterio1	Si/No	Puntaje1
Criterio2	Si/No	Puntaje2
Criterio3	Si/No	Puntaje3
Criterio4	Si/No	Puntaje4
Criterio5	Si/No	Puntaje5
Total:		Puntaje Total

Fig. 8 Base para rúbrica holística.

Criterios	Desempeño Deseado	Valor	Cumplimiento
Criterio1	(<=, >=, =, <, >, !=) D1	V1	Satisfactorio/Insuficiente
Criterio2	(<=, >=, =, <, >, !=) D2	V2	Satisfactorio/Insuficiente
Criterio3	(<=, >=, =, <, >, !=) D3	V3	Satisfactorio/Insuficiente
Criterio4	(<=, >=, =, <, >, !=) D4	V4	Satisfactorio/Insuficiente
Criterio5	(<=, >=, =, <, >, !=) D5	V5	Satisfactorio/Insuficiente

Fig. 9 Base para rúbrica analítica

4 Implementación

Smartbox es el nombre del proyecto utilizado para la validación de la metodología ROKA, el cual consiste en un prototipo portable del área de domótica altamente funcional que cumple las funciones de cerradura electrónica, sensor de temperatura, sensor de proximidad e iluminación, mediante la función de conexión inalámbrica GSM (Sistema Global para Conexiones Móviles), lo cual le permite al cliente o consumidor controlar el producto (Smartbox) desde cualquier parte del mundo que exista una señal estable de telefonía celular. Además de eso tiene la función de recordar el último estado de sus componentes. Dependiendo de su posición en el hogar, una sola Smartbox puede controlar varios actuadores a la vez, pero en general se utiliza solo para controlar uno debido a la distancia entre ellos.

En este caso veremos aplicada la metodología ROKA en Smartbox, con el fin de controlar la intensidad de la iluminación en el hogar, además de cumplir con la función de cerradura electrónica y manteniendo guardados los estados de Smartbox en un servidor. Para realizar dicho análisis comenzaremos por los formatos de requerimientos e historias mostrados en la Fig. 10.

A partir de la información contenida en los formatos en la Fig. 10, se clarifican los procesos necesarios para llevar a cabo el proyecto, así como una idea general de las entradas y salidas de dichos procesos mediante 2 requerimientos obtenidos a partir del análisis del desarrollador y 2 historias obtenidos a través de la persona que fungió el papel de cliente. Además, la información ayudó a tomar decisiones sobre el orden en que se realizaron las actividades, y a partir de ella, se lograron esquematizar los procesos que se ilustran en la Fig. 11.

En la Fig. 11 se ejemplifican los procesos que suceden en el proyecto Smartbox, así como la dirección con la que ocurren las interacciones de sus diferentes componentes. En el caso de SmartBox, mediante un celular se utiliza uno de los tipos de comunicación accesibles según su disponibilidad para controlar los eventos que la aplicación puede producir como: cambiar el punto fijo de las variables a controlar, además de controlar el estado de los actuadores por medio de botones dentro de la aplicación en un celular y por último administrando las opciones de información en la nube para tomar decisiones en casos especiales. Esto deja en claro cuáles serán los métodos que efectuarán las funciones de Smartbox y cumplirán con los requerimientos e historias obtenidas. Con esto se obtiene el diagrama principal que se aprecia en la Fig. 12.

Formato de Requerimientos e Historias	
Nombre: Control de Iluminación	No: H1
Usuario: Juan Pablo Montoya Estevez	Prioridad: Baja
Descripción: es necesario mantener un nivel fijo de iluminación elegido por el usuario por conexión inalámbrica por celular	
Fortalezas: la programación puede compensar perturbaciones conocidas	Oportunidades: es proceso sencillo de comparación entre el setpoint y el valor real
Debilidades: se requiere un sensor que aumenta su precio, como aumenta su precisión	Amenazas: perturbaciones no conocidas por características del cuarto, depende del controlador por probarse

Formato de Requerimientos e Historias	
Nombre: Cerradura Electrónica	No: H2
Usuario: Juan Pablo Montoya Estevez	Prioridad: Baja
Descripción: Controlar el estado de abierto y cerrado de una puerta por conexión inalámbrica por celular	
Fortalezas: es requerimiento sencillo y fácil de realizar	Oportunidades: proceso sencillo de cambio de estado según la señal de controlador
Debilidades: no cuenta con un sensor que verifique el estado de la puerta	Amenazas: un estado erróneo puede producir amenazas al hogar

Formato de Requerimientos e Historias	
Nombre: Guardar Estados	No: R1
Usuario: Ivan Roberto Kawaminami García	Prioridad: Media
Descripción: es necesario que se guarden los estados al existir una desconexión	
Fortalezas: existen muchas razones diferentes por la que puede suceder una desconexión	Oportunidades: es proceso sencillo de almacenamiento de dos valores
Debilidades: se requiere conexión WIFI para almacenar información en un servidor	Amenazas: la pérdida de conexión por largos periodos de tiempo

Formato de Requerimientos e Historias	
Nombre: Control Celular	No: R2
Usuario: Ivan Roberto Kawaminami García	Prioridad: Alta
Descripción: realizar una aplicación que permita al usuario realizar los controles necesarios para llevar a cabo el control domótico	
Fortalezas: existen muchas razones diferentes por la que puede suceder una desconexión	Oportunidades: maneja mayoría de las funciones del producto
Debilidades: se requiere conexión GSM, o WIFI, o Bluetooth	Amenazas: de esta aplicación dependen las demás funciones

Fig. 10 Requerimientos e historias aplicados a Smartbox.

La Fig. 12 muestra la interacción entre los diferentes agentes que conforman Smartbox y su entorno físico obtenidos a través de los requerimientos e historias obtenidos a partir de la Fig. 10.

El marco alrededor de la Fig. 13 representa el entorno donde el usuario puede genera un cambio en la entrada de datos al usar la aplicación, a su vez esa información es enviada al servidor que se encarga de guardar el ultimo estado de los actuadores, es por eso por lo que la flecha va en ambas direcciones, adicionalmente el servidor comunica a los agentes de la cerradura y la luz el cambio de estado. Finalmente, se efectúa un cambio de estado en el entorno, ya sea que: la cerradura se abra o se cierre, o la luz se prenda o se apague; con esto se efectúa un cambio en el entorno físico que puede ser apreciado por el usuario de SmartBox. Es importante recordar que las flechas funcionan como bus de datos que comunican señales y que pueden contener uno o más datos, y que la relación entradas y salidas de un agente no tiene por qué coincidir con el número de flechas dentro del diagrama.

La Fig. 11, la Fig. 12 y la Fig. 13 sirven como documentación para futuros trabajos de mantenimiento y actualización porque ayudan a identificar el lugar, ya sea físico o digital, donde se encuentra el código o conexión que queremos modificar, por ejemplo, podríamos saber qué procesador contiene el programa que necesite una corrección o modificación, y cómo se llama el archivo que lo contiene.

Arquitectura de Procesos				
Fuente	Entrada	Proceso	Salida	Efecto
Usuario	Aplicación (Botones)	ControlCelular ConexionWiFi ConexionGSM ConexionBT SetPoint	Señal GSM o BT	SmartBox (Todas)
Usuario	Aplicación (Botones)	Memoria	Señal WiFi	Servidor Firebase
Usuario	Aplicación (Botones)	AbrirCerrar	Señal GSM o BT	SmartBox (Cerradura)
Usuario	Aplicación (Botones)	PrenderApagar	Señal GSM o BT	SmartBox (Luz)
Usuario	Aplicación (Botones)	Recibir Guardar	Señal WiFi	Usuario
Servidor	Señal WiFi	Recuperar	Aplicación	Usuario

Fig. 11 Arquitectura de procesos aplicada a Smartbox.

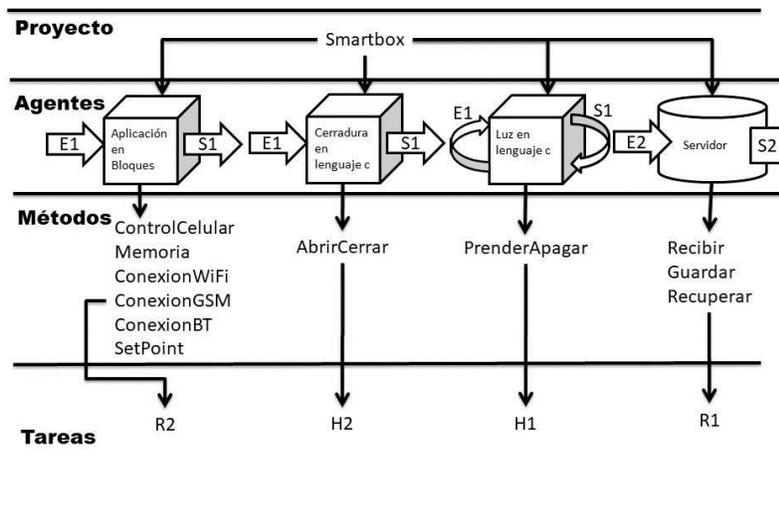


Fig. 12 Diagrama Principal de Smartbox.

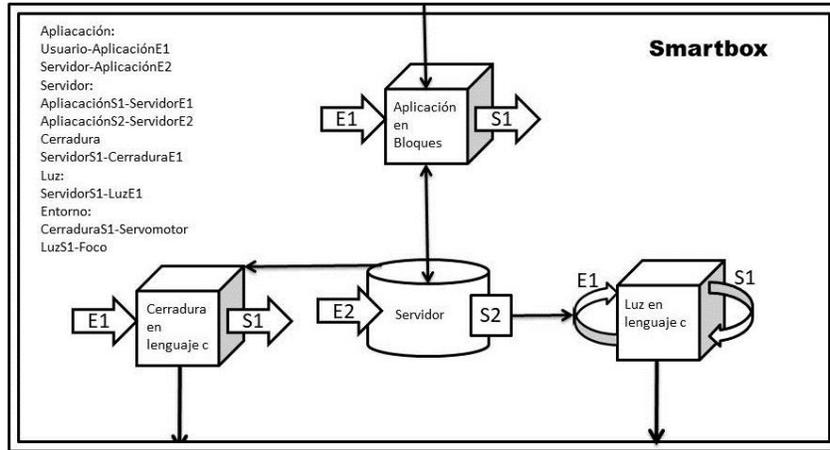


Fig. 13 Diagrama de Relación entre Agentes de Smartbox.

Con la Fig. 11, la Fig. 12 y la Fig. 13, se demuestra la manera de implementar la metodología ROKA y se ejemplifica mediante diagramas la posible documentación del software como herramienta de solución de conflictos similares a los ocurridos en la crisis del software en proyectos de automatización.

5 Conclusiones

En este trabajo se concluye que un agente sirve de unión para disciplinas referentes a la automatización, ya que se define como un software que interactúa con un ambiente físico. Mediante una revisión sistemática se comprueba que hay poca evidencia de la ingeniería de software dentro de la automatización industrial. Según la información recolectada, las etapas que deben de incluir en una metodología de desarrollo de software para automatización son: análisis de requerimientos, diseño del proyecto, implementación, pruebas, entrega y documentación de resultados.

Una metodología de desarrollo de software para automatización como ROKA, se encuentra basada en agentes, debido a que es un elemento ingenieril con una intersección entre la ingeniería mecatrónica y la ingeniería de software permitiendo cierta flexibilidad para adaptarse a dichos proyectos, como en el caso de SmartBox que sirvió de método de validación para la metodología ROKA.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo económico del CONACYT con la beca No. 452644 otorgada al primer autor.

Referencias

1. Vogel Heuser, B., Fay, A., Schaefer, I., & Tichy, M., “Evolution of software in automated production systems: Challenges and research directions.”, *The Journal of Systems and Software*, 54-84, 22 de agosto de 2015
2. Nwana, H. S., “Software Agents : An Overview. *Knowledge Engineering Review*”, 11(3), 205–244, 1996.
3. Jesson, J., Matheson, L., & Lacey, F., “Doing your Literature Review”, Sage Publications Ltd.
4. Lethbridge, T. C., Singer, J., Forward, A., & Consulting, D. “How Software Engineers Use Documentation: The State of the Practice”, 2003.
5. Ogata, K., “Ingeniería de Control Moderna”, 5ta ed., Madrid: Pearson Education, S.A., 2010.
6. Frade R, L., “Elaboración de rúbricas, metacognición y aprendizaje.” México DF, Calidad educativa, 2016.
7. Wilson, J. M., “Gantt charts : A centenary appreciation”, 430–437, 2013.

Análisis de la herramienta de TI para el apoyo a los deportistas de alto rendimiento con relación a su desempeño académico en el ITSON.

Felipe de Jesús Félix Hernández¹, Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez ²

¹ Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Náinari,
Av Antonio Caso 2266, Colonia Villa ITSON, 85137 Cd Obregón, Sonora, México.
felix_4@hotmail.es

² Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Navojoa,
Av Ramon Corona, Colonia ITSON, Navojoa , Sonora, México.
carlosjersus.hinojosa@gmail.com

Resumen. El presente artículo se centrará en el análisis de las distintas herramientas de TI con el propósito de reducir el alto índice de reprobación que actualmente se presenta en las Instituciones Educativas de Educación Superior en los estudiantes deportistas de alto rendimiento. Esta investigación se realizara en el Instituto Tecnológico de Sonora, con el departamento de deportes y los deportistas universitarios de alto rendimiento con la intención de encontrar alternativas de ayuda adecuada para gestionar la alternancia de esta doble actividad. Por ello se propone el análisis y comparación de distintas herramientas de TI. Con la finalidad de facilitar su trayectoria escolar a través de un monitoreo que permita ver cuáles son las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo el proceso de aprendizaje, se tomara como referencia la metodología propuesta por Arguelles. Para ello se abordaran las etapas de diagnostico y analisis, buscando tomar decisiones anticipadas que logran contrarrestar esta problemática.

Palabras clave: Herramientas de TI, Instituciones de Educación Superior, deportistas de alto rendimiento, monitoreo, trayectorias escolares.

1 Introducción

Actualmente el proceso de formación universitaria de los deportistas de alto nivel se convierte muchas veces en un conflicto de interés, en el que se tienen que enfrentar a sus principales objetivos académicos y deportivos. Es por ello que existe una correlación

Félix Hernández FdJ, Hinojosa Rodriguez CJ (2018) Análisis de la herramienta de TI para el apoyo a los deportistas de alto rendimiento con relación a su desempeño académico en el ITSON. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):56-63

negativa entre los estudios y la práctica deportiva. Aquellos estudiantes que centran sus esfuerzos en el proceso formativo experimentan un descenso en el rendimiento deportivo. (Ruiz y Sánchez, 2008) [1].

Debe quedar claro que el SPADIES (Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior) es una herramienta que permite detectar en cada momento de la vida académica de un estudiante un episodio de deserción de las IES en el orden regional, departamental, por tipo de institución y por ciudades. El software entregado por el CEDE (Centro de Estudios para el Desarrollo Económico de la Universidad de los Andes) puede ser empleado como sistema preventivo ya que tiene la capacidad de detectar variaciones significativas del fenómeno de la deserción. Las medidas que el mismo sistema sugeriría para solucionar el problema se soportan en el diseño metodológico y el tratamiento de la información en la etapa de estimación de los factores determinantes.

Los dashboard son mecanismos de representación visual utilizados en un sistema de medición operativo de rendimiento, que mide el desempeño contra objetivos y umbrales usando datos de tiempo adecuado. (Kerzner, 2013) [2].

Respecto a las medidas de apoyo al alumnado deportista no deberían ser sólo de carácter económico o de infraestructura, sino también de carácter académico y orientador, que permitan un ajuste del proceso formativo a las condiciones y situaciones particulares de estos estudiantes con necesidades educativas específicas. Y es que, sin una ayuda adecuada, sin el asesoramiento y apoyo oportunos, muchos de ellos pueden verse abocados a situaciones de estrés, fracaso y abandono de los estudios, lo cual puede marcar de manera significativa el futuro personal y profesional de muchos de estos jóvenes.

Es por ello que se analizaron distintas herramientas de TI que pueden permitir que el proceso formativo y las condiciones y situaciones que presentan estos alumnos puedan abordarse como situaciones anticipadas de éxito y se logre tener en el alumno un mayor control que beneficie su trayectoria escolar.

2 Marco teórico.

Las Trayectorias escolares se han considerado las trayectorias escolares como el comportamiento académico de un individuo que incluye el desempeño escolar, la aprobación, la reprobación, el promedio logrado, etcétera, a lo largo de los ciclos escolares. (Barranco y Santacruz, 1995) [3].

Los principales factores que inciden en la deserción y se relacionan con el desempeño académico de los alumnos universitarios: factores económicos, psicosociales, apreciación cognitiva y factores demográficos. (McKenzie y Schweitzer, 2001) [4].

El Monitoreo es un ejercicio destinado a identificar de manera sistemática la calidad del desempeño de un sistema, subsistema o proceso a efecto de introducir los ajustes o cambios pertinentes y oportunos para el logro de sus resultados y efectos en el entorno. (Valle O., Rivera O. s.f.) [5].

El Control es el proceso de regular actividades que aseguren que se están cumpliendo como fueron planificadas y corrigiendo cualquier desviación significativa. (Robbins 1996) [6].

El rendimiento escolar es un “nivel de conocimientos demostrado en un área o materia comparado con la norma de edad y nivel académico”, encontramos que el rendimiento del alumno debería ser entendido a partir de sus procesos de evaluación, sin embargo. La simple medición y/o evaluación de los rendimientos alcanzados por los alumnos no provee por sí misma todas las pautas necesarias para la acción destinada al mejoramiento de la calidad educativa. (Jiménez, 2000) [7].

Existen algunas Herramientas tecnológicas potenciales para mejorar el desempeño académico y disminuir el índice de reprobación:

SPADIES (Sistema para la Prevención de la Deserción de Educación Superior), Es una herramienta tecnológica cuyo objetivo está orientado a prevenir y analizar el fenómeno de la deserción estudiantil en las IES (Instituciones de Educación Superior).

Esta herramienta permite calcular la vida académica de cada estudiante, el riesgo de deserción de su programa académico en el que se encuentre matriculados y las principales incidencias sobre la toma de esa decisión.

Esta herramienta puede ser empleada como sistema preventivo ya que tiene la capacidad de detectar variaciones significativas del fenómeno de la deserción.

SIGA (Sistema de Tutoría de la Trayectoria Académica ITSON) Este sistema retoma datos del sistema de información escolar para conformar una base propia, así los tutores disponen de información acerca de los antecedentes escolares, el currículum, materias inscritas, dominio de inglés e indicadores académicos de los alumnos tutorados.

Este sistema cuenta con diferentes herramientas de apoyo al estudiante tales como el simulador de avance curricular, que permite al estudiante visualizar su progreso académico con base en su mapa curricular y ver las ventajas o desventajas de tomar o dejar ciertos cursos, ya que el sistema le brinda realimentación al optar por los diversos cursos.

El SIGA es un sistema escalable ya que pueden agregarse una diversidad de estrategias y acciones tutoriales a manera de recursos educativos en aplicaciones en software, video y juegos interactivos.

Dashboard, los dashboard son mecanismos de representación visual utilizados en un sistema de medición operativo de rendimiento, que mide el desempeño contra objetivos y umbrales usando datos de tiempo adecuado. (Kerzner, 2013) [2].

El objetivo principal de los dashboard es diagnosticar adecuadamente una situación y agilizar la toma de decisiones, a través del seguimiento y evaluación periódica en conjunto con el uso de indicadores y métricas que permitan a las organizaciones tener un panorama real de su entorno actual.

Según Kerzner (2013) [2]. existen 3 tipos de dashboard cada uno con un propósito específico. Estos pueden ser:

- Operativos: este tipo de dashboard enfatizan en el monitoreo más que en el análisis y la administración, muestran datos que facilitan la parte operativa de un negocio. Permite analizar el seguimiento de la situación de procesos y sectores de la

organización de manera diaria y con ello tomar medidas correctivas en caso de ser necesario.

- **Tácticos:** este dashboard rastrea procesos y proyectos departamentales que son de interés para un segmento de la organización o un grupo limitado de personas. Sirven para comparar el desempeño de sus áreas o proyectos, los planes de presupuesto, los pronósticos o resultados del periodo pasado. Permite al usuario explorar más los datos y obtener información diferente, brinda información interna y externa necesaria para conocer la situación y evitar llevarse sorpresas respecto al posicionamiento estratégico a largo plazo de la empresa.
- **Estratégicos:** Los dashboards estratégicos típicamente proveen los KPIs (Indicadores de Desempeño Clave-Key Performance Indicator) que un equipo ejecutivo de la organización realiza en forma periódica (diaria, semanal o mensual) el objetivo principal de un dashboard estratégico es alinear la organización en torno a los objetivos estratégicos y hacer que todos los grupos avancen en la misma dirección.

La Tabla 1 muestra una comparación de los tipos de dashboards.

Tabla 1. Tipos de dashboard. Fuente: Kerzner (2013) [2].

	Operativo	Táctico	Estratégico
Propósito	Operaciones de monitorización	Mide el progreso	Ejecutar estrategia
Tipos de Usuarios	Supervisores, especialistas	Administradores, analistas	Executivos, administrativos, personal.
Estratégico	Operacional	Departamental	Empresas
Información	Detallada	Detallado / Resumen	Detallado, Resumen
Actualizaciones	Diaria	Diario/Semanal	Mensual/Cuatrimestral

Énfasis	Monitoreo	Análisis	Administrativo
----------------	-----------	----------	----------------

3 Metodología.

Como parte del procedimiento para llevar a cabo la siguiente investigación se tomó la metodología planteada por Arguelles pero solo se realizarán dos etapas para dicha investigación la cual buscara un mayor control sobre los deportistas de alto rendimiento. En estas fases de dicha metodología se analizarán distintas herramientas y se hará una breve selección de las herramientas que podrían tener un mayor impacto en reducir el índice de reprobación de los deportistas de alto rendimiento del ITSON, se realizará una investigación en el área de deportes en donde se realizará un extenso diagnóstico tanto de manera interna como externa para detectar los principales factores que afectan a los deportistas universitarios, buscando detectar áreas de oportunidad a través de este análisis y comparativo de herramientas de TI que podrían beneficiar o contrarrestar el problema ya que se pretenderá en un futuro lograr reducir el índice de reprobación de los atletas.

3.1 Sujeto de estudio.

El sujeto de estudio con el cual se realizará esta investigación, son los deportistas de alto rendimiento, y el personal del área de deportes del Instituto Tecnológico de Sonora, de la unidad Obregón, Campus Náinari.

La presente investigación solo se enfocará en una muestra específica de 498 alumnos de 26 distintas disciplinas deportivas.

3.2 Materiales.

Para recolectar los datos necesarios para llegar a definir las principales causas de reprobación en los deportistas de alto rendimiento del ITSON se utilizarán los siguientes materiales:

Entrevistas semi-estructuradas: La primera entrevista será elaborada de manera semi-dirigida en colaboración del área de deportes y el área de vinculación deportiva con el objetivo de recopilar información importante, las preguntas propuestas se realizarán de manera general y de forma abierta, para que el entrevistado logre extenderse en sus respuestas y así facilitar la recopilación de la información, así como también la comunicación entre ambos.

Cuestionario: Estos serán aplicados de forma interna a los alumnos de alto rendimiento del ITSON que cuenten con cualquier tipo de beca: económica, alimenticia o escolar. Esto con la finalidad de recabar información de cuáles son los principales factores que afectan

Análisis de la herramienta de TI para el apoyo a los deportistas de alto rendimiento con relación a su desempeño académico en el ITSON

su desempeño escolar y deportivo. Se analizará la información obtenida con la finalidad de detectar cuáles son las causas fundamentales del aumento del índice de reprobación.

3.3 Procedimiento.

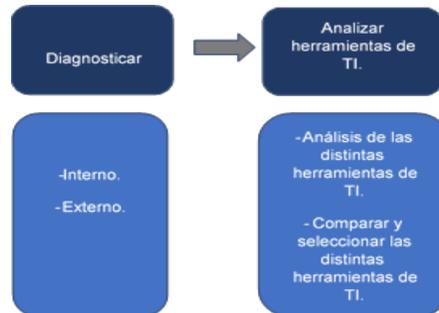


Figura 1. Metodología propuesta. Tomado y adaptado de (Arguelles, 2007) [8].

Descripción del método

Fase 1: Diagnosticar

Esta fase está compuesta por dos elementos, diagnóstico interno y diagnóstico externo para conocer las principales causas que afectan a los deportistas de alto rendimiento.

Externo.

Se realizara un análisis de información de diferentes tipos de literatura, de manera local y no local para conocer las distintas alternativas y recursos utilizados por otras universidades alrededor del mundo y de nuestro país con la finalidad de adaptar alguna al ITSON.

Interno.

Entrevista: se realizara una entrevista al área de deportes y otras áreas de interés para conocer cómo se encuentra el área de deportes en cuanto al control y monitoreo de los deportistas.

Revisión de literatura: se revisara la literatura de ITSON en cuanto al índice de reprobación y sus principales causas, así como también en qué carrera se da mayormente esta problemática.

Se realizara un diagnostico interno de la situación actual en la cual se encontraba el área de deportes, para conocer las herramientas tecnológicas que se estaban utilizando en los deportistas de alto rendimiento.

Fase 2: Analizar las herramientas de TI

Análisis de las distintas herramientas de TI

Se revisara literatura sobre las distintas herramientas de ti existentes para conocer cuáles eran las más adecuadas y las más acordes para cumplir con las necesidades que el área de deportes requería para tener un mejor control y monitoreo de los deportistas de alto rendimiento de ITSON.

Comparar y seleccionar las distintas herramientas de TI

Se comparara y se seleccionaran distintas herramientas, pero en colaboración con el área de deportes se considerara cual sera la herramienta más acorde para resolver la problemática presente.

Tras el desarrollo del siguiente proyecto de investigación se pretende generar un gran impacto en las Insituciones de Educación Superior de nuestro país, logrando tener un mayor control en los estudiantes-deportistas de alto rendimiento que involucran una doble actividad en su vida cotidiana, buscando establecer un vinculo entre el deporte y sus estudios a traves de herramientas de TI que optimizaran su proceso univesitario, obteniendo a corto plazo un mayor numero de alumnos deportistas con mayor éxito escolar y en un largo plazo reducir el índice de reprobación en esta población estudiantil.

4 Conclusiones y recomendaciones

Se pretende que el diagnóstico y el análisis de las herramientas de TI que se realizo pueda tener un impacto las distintas Instituciones de Educación Superior y contribuya a tener un mayor control sobre los deportistas de alto rendimiento y que el monitoreo de las actividades sea mayor para lograr anticiparse a situaciones futuras que puedan afectar en el futuro profesional del deportista universitario y logrando a largo plazo impactar en la reducción del índice de reprobación que presentan los deportistas de alto rendimiento del Instituto Tecnológico de Sonora.

Para lograr un mayor monitoreo y control de los deportistas de alto rendimiento del Instituto Tecnológico de Sonora se recomienda monitorear las actividades de los deportistas

a través de las herramientas de TI y utilizar la información sistematizada como una ventaja y a través de dicha herramienta encontrar información asociada a los estudiantes de una manera confiable y más rápida. Detectando en cada momento de la vida académica un posible episodio de deserción, logrando con ello anticiparse a situaciones de riesgo o posibles episodios de deserción que pudiesen afectar de manera escolar y deportiva a la institución.

Referencias

1. Álvarez Pérez, P., & Pérez-Jorge, D., & González Ramallal, M., & López Aguilar, D. (2014). La formación universitaria de deportistas de alto nivel: análisis de una compleja relación entre estudios y deporte. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (26), 94-100.
2. Kerzner, H. R. *Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance*. New York: Jon Wiley Y Sons, incorporated.
3. García, O. y Barrón, C. Un estudio sobre la trayectoria escolar de los estudiantes de doctorado en Pedagogía. *Perfiles Educativos*. XXXIII (131): 94-113, 2011. [Fecha de consulta: 31 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1321853100>
4. García Robelo, Octaviano, Barrón Tirado, Concepción, Un estudio sobre la trayectoria escolar de los estudiantes de doctorado en Pedagogía. *Perfiles Educativos [en línea]* 2011, XXXIII (Sin mes) : [Fecha de consulta: 31 de octubre de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13218531007>> ISSN 0185-2698
5. Sánchez, X., & Torregrosa, M. (2005). El papel de los factores psicológicos en la escalada deportiva: un análisis cualitativo. *Revista de Psicología Del Deporte*, 14 (2), 177-194,
6. Robbins, Stephen P. y DeCenzo, David A. (2009): *Fundamentos de la Administración: conceptos esenciales y aplicaciones*, 6ª ed., México: Pearson Educación.
7. Edel Navarro, Rubén, El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación [en línea]* 2003, 1 (julio-diciembre) : [Fecha de consulta: 31 de octubre de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55110208>> ISSN

Eventos de Vida y su Relación con el Padecimiento de Cáncer de Mama: Un estudio Exploratorio

Roberto Aguilar Arredondo, Luis A. Castro, Luis-Felipe Rodríguez

Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON)

Ciudad Obregón, Sonora, México.

raguilar175318@alumno.itson.edu.mx, luis.castro@acm.org,
luis.rodriguez@itson.edu.mx

Resumen. En este trabajo de tesis se estudian los eventos de vida de pacientes diagnosticadas con cáncer de mama. De manera retrospectiva, las pacientes cuentan aspectos importantes de su vida antes del diagnóstico. A través de la técnica de análisis cualitativo teoría fundamentada se busca explorar eventos de vida en pacientes sobrevivientes del cáncer de mama. Los resultados de este estudio exploratorio pueden servir como base para generar nuevos indicadores cuantitativos en el área de salud que permitan estudiar más a fondo el desarrollo de la enfermedad por medio de métodos computarizados.

Palabras clave: Cáncer de mama, teoría fundamentada, factores de riesgo.

1 Introducción

El cáncer de mama o cáncer de seno es un tumor maligno que se ha desarrollado a partir de células mamarias y es el tipo de cáncer más comúnmente diagnosticado en las mujeres. Los factores de riesgo tradicionales para el cáncer de mama incluyen el estado reproductivo, las mutaciones genéticas, la historia familiar y el estilo de vida [21]. En México, el gobierno federal, a través de la Secretaría de Salud, informa que a partir del año 2006, el cáncer de mama es la primer causa de muerte por cáncer en la mujer [18].

Más allá de los aspectos biológicos, en la literatura se ha planteado un vínculo entre el cáncer y los estados de ánimo particularmente estados afectivos que involucran pérdidas [10], depresión, preocupaciones y melancolía. De hecho, el cáncer de mama ha sido redefinido como una enfermedad biopsicosocial que involucra no solo al paciente, sino a su contexto y a quienes están en él [1]. A medida que la investigación se extiende más allá en el entorno psicosocial del paciente, las ideas con respecto a la causalidad pueden desarrollarse más completamente para incluir factores externos tales como el estrés que surge de las relaciones interpersonales [7].

En el presente documento se estudia de manera exploratoria acerca de los eventos de vida en mujeres mexicanas sobrevivientes del cáncer de mama. Los eventos de la vida y las

Aguilar Arredondo R, Castro LA, Rodríguez L-F (2018) Eventos de Vida y su Relación con el Padecimiento de Cáncer de Mama: Un estudio Exploratorio. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):64-73

reacciones psicológicas y de comportamiento que los acompañan con frecuencia tienen un impacto en la vida cotidiana de las personas y se cree que los predisponen a esta enfermedad [6][16]. Los estudios de observación han establecido que los acontecimientos estresantes de la vida, a menudo definidos como una acumulación de acontecimientos de la vida ordinarios o duelo, aumentan los riesgos de trastornos mentales, infecciones agudas como el resfriado común llegando a causar la muerte [23]. Otros estudios sugieren una relación causal entre el maltrato infantil no sexual y una variedad de trastornos mentales, uso de drogas, intentos de suicidio, infecciones de transmisión sexual y conductas sexuales de riesgo. Todas las formas de maltrato infantil deben considerarse riesgos importantes para la salud con un impacto considerable en los principales contribuyentes a la carga de la enfermedad en todas partes del mundo [17].

En este trabajo se realizaron entrevistas semi-estructuradas con pacientes diagnosticados con cáncer de mama. Se utiliza la técnica de teoría fundamentada para el análisis de los datos recolectados. Los resultados pueden servir como base para generar nuevos indicadores cuantitativos en el área de salud que permitan estudiar más a fondo el desarrollo de la enfermedad por medio de métodos computarizados.

Esta investigación se organiza como sigue. En la sección 2 se presentan trabajos relacionados que se han realizado. En la sección 3 se presenta la Metodología de este trabajo de tesis. En la sección 4 se muestran y discuten los resultados. Finalmente, se presentan las Conclusiones y Trabajo Futuro.

2 Marco Teórico

En la actualidad, la orientación de las áreas médicas se centran en el diagnóstico temprano del cáncer de mama por medio de la realización de estudios radiológicos de mastografía en periodos recomendados según el rango de edad, antecedentes genéticos y otros factores [11]. De esta manera, se permite la temprana detección y tratamiento para este diagnóstico. Sin embargo, como se puede apreciar, mucho de esto se basa en la detección temprana, y no necesariamente en modelos de prevención adecuados.

La prevención inicia antes de la etapa de diagnóstico de cáncer de mama, por lo que se considera de suma importancia el estudio de diversos factores procedentes de diferente naturaleza como estado de salud, antecedentes genéticos, tabaquismo, proximidad a áreas geográficas donde se manejen productos químicos. Sin embargo, factores como los que se mencionan previamente como los eventos de vida normalmente no son considerados. En este estudio se centra en los eventos de vida del paciente como posibles factores con cierta influencia para este padecimiento.

Existen estudios donde se analizan factores de riesgo como son hábitos de vida [2], uso prolongado de tratamientos hormonales [5], relación o cercanía al uso de productos químicos o agroquímicos [3], [14], [25]. Hasta el mejor saber de los autores, pocos trabajos se han centrado en entender factores emocionales y su influencia en el padecimiento de cáncer de mama [6]. Más allá de eso, tampoco se han definido indicadores que permitan

cuantificar y estudiar a gran escala si es que en realidad existe una relación causal en cierta medida.

Otros trabajos han relacionado algunos aspectos emocionales derivados de la personalidad, y han estudiado algunos de estos aspectos en personas que padecen cáncer. La personalidad puede entenderse como un sistema interno automático de entornos únicos para cada individuo e incluye modelos de pensamientos, emociones y comportamientos junto con algunos patrones adquiridos [8].

A pesar de la relación bien establecida entre los rasgos de personalidad y la depresión y la ansiedad [1], se identificaron pocos estudios que examinaran esta relación en pacientes oncológicos [6]. Estudios sugieren que niveles más altos de neuroticismo aumentan el riesgo de depresión y ansiedad en pacientes con varios tipos de cáncer [15]. Por ejemplo, entre las mujeres con cáncer de mama que se sometieron a tratamiento quirúrgico, la personalidad neuroticista en estas pacientes aumentó el riesgo de depresión, de igual forma entre los pacientes con cáncer de pulmón. Muchos otros artículos han examinado la relación entre la personalidad y los síntomas físicos (por ejemplo, dolor, fatiga) en pacientes con cáncer [15] [4]. Como se puede apreciar, la personalidad, la manera de expresar las emociones, y la manera en que se afrontan las situaciones difíciles pueden tener efectos negativos en la salud, incluyendo el cáncer. Debido a esto, no es descabellado pensar que los eventos de vida negativos en la vida de las personas pueden tener efectos adversos en la salud de las mismas.

3 Métodos

3.1 Pregunta de investigación y objetivo general

La pregunta principal que guía esta investigación de carácter exploratorio es ¿Qué patrones se pueden observar en cuanto a los eventos de vida negativos en los sobrevivientes de cáncer de mama?

Por otro lado, el objetivo general de este trabajo de tesis es identificar eventos de vida negativos con mayor incidencia para el grupo de mujeres sobrevivientes de cáncer.

3.2 Participantes

Los participantes son mujeres pertenecientes a un grupo de apoyo para sobrevivientes de cáncer de mama. Se reclutaron nueve participantes. En la siguiente Tabla 1 se presentan los datos demográficos. Todas las participantes con diversas características educativas, ocupacionales y socio-económicas, a quienes se les había diagnosticado cáncer de mama, y con capacidad para hablar. Se firmaron cartas de confidencialidad y consentimiento informado para participar en el estudio.

Tabla 1. Datos demográficos de las participantes

ID	Edad	Peso Kg.	Ocup.	Hijos	Procedimiento quirúrgico	Seno afectado	Estado civil	Diagnóstico
E1	63	49	Ama casa	2	Mastectomía parc.	Izquierdo	Viuda	Dic 2016
E2	50	74	Ama casa	3	Mastectomía parc.	Izquierdo	Casada	Nov 2015
E3	41	85	Empleada	2	Ninguno	Derecho	Casada	Ene 2017
E4	47	64	Enfermera	1	Mastectomía parc.	Derecho	Divorciada	Feb 2015
E5	56	85	Ama casa	3	Mastectomía total	Derecho	Casada	Mar 2015
E6	44	78	Empleada	2	Mastectomía total	Izquierdo	Divorciada	Mar 2012
E7	54	59.5	Enfermera	2	Mastectomía total	Izquierdo	Casada	Feb 2018
E8	47	63	Empleada	3	Mastectomía total	Izquierdo	Divorciada	Jul 2017
E9	48	79	Empleada	3	Mastectomía total	Izquierdo	Unión libre	Sept 2017

3.3 Recolección de datos.

Se realizaron nueve entrevistas semi-estructuradas, las cuales fueron grabadas en audio. Las entrevistas tuvieron una duración promedio de 01:14 horas. El protocolo de entrevista consistió de 54 preguntas. Los tópicos incluidos son: aspectos de familia nuclear y extensa, relaciones laborales, relaciones sentimentales, situaciones fortuitas a lo largo de su vida. Previo a la entrevista, se realizó una breve conversación donde se comparte la razón y objetivos de la entrevista, posteriormente la sensibilización y motivos por los cuales debe haber apertura mental y emocional al compartir la información, los participantes llenaron un formulario de consentimiento previo al inicio de las preguntas.

3.4 Análisis de los datos.

Para el análisis se siguieron los lineamientos de la teoría fundamentada [9], [12]. La Teoría Fundamentada tiene por objetivo comprender la realidad a partir de la percepción o significado que cierto contexto u objeto tiene para la persona, generando conocimientos, aumentando la comprensión y proporcionando un guía significativo para la acción. Consiste en metodología de investigación cualitativa que extrae de las experiencias vividas por los actores sociales aspectos significativos, posibilitando conectar constructos teóricos, potencializando la expansión del conocimiento en enfermería y de otras áreas como psicología, sociología, medicina y otras [9], [20].

La primera etapa es la codificación de cada una de las transcripciones (la asignación de las unidades de texto a cada categoría de análisis, en cada una de las transcripciones). Esta etapa, conocida como codificación abierta, se ha realizado mediante el análisis individual de cada entrevista y la posterior asignación de códigos a las unidades de texto para terminar en la creación y agrupación de las categorías. En una segunda etapa, en la codificación axial, se redefinen y refinan las categorías depurando aquellas que según el criterio de investigación no sean de gran aporte al objetivo del estudio o bien que no se relacionen de

manera estrecha con el objetivo. En la tercera etapa, codificación selectiva, se selecciona una de las categorías principales para construir una teoría final.

4 Resultados

Con referencia a los resultados de la investigación cualitativa que arroja la codificación y categorización se encuentra lo siguiente. Se identificaron un total de 234 códigos en la primera etapa. Dichos códigos generaron 4 categorías principales que fueron agrupadas para su análisis, las cuales se describen a continuación:

4.1 La familia generadora de entornos influyentes en emociones

Existe una enorme coincidencia en la agrupación de los códigos encontrados sobre el cómo las relaciones familiares han creado los entornos que han influido en las emociones experimentadas en diferentes etapas de la vida, citaremos algunas de estas situaciones. Por ejemplo, E2 nos comenta: *“Mi relación con mi papá era muy buena, él era pescador y cuando llegaba a la casa yo lo abrazaba y me sentaba a platicar con él y yo era su preferida como fui muy enfermiza, yo me refugiaba mucho en mi papá. Cuando él se iba a pescar, duraba un mes o más y ahí era cuando pensaba que era mucho tiempo sin verlo. Mi mamá era muy estricta y nos pegaban a diario, y por cualquier cosa y nos decía ‘pobre de ti si lloras’, y después de eso me costaba mucho trabajo poder llorar, nos chicoteaba y eran fuertes sus golpes nos dolían mucho”*. En el caso particular de E2, se desarrolló en un entorno familiar donde predominaban las agresiones físicas y emocionales, así como la represión de sentimientos.

Por otro lado, E3 nos comenta de manera similar que: *“Mi papá siempre fue una persona muy seria. Él siempre trabajaba. Siempre estaba trabajando. Es chofer y fue un papá ausente y pues así crecí, y me acostumbré a esa situación. Mi papá es alcohólico y me daba miedo cuando llegaba tomado a la casa que discutiera con mi mamá. Eso me dolía mucho y siempre tuve ese temor. Así fue durante todo el tiempo que viví con ellos, que duró 19 años. También me dolió mucho el saber que mi papá tenía relaciones con otras mujeres, y pues me dolía mucho por mi mamá”*. Aquí podemos encontrar de igual forma un entorno familiar donde prevalecían emociones de incertidumbre, temor, agresiones verbales que mantuvieron por un largo periodo perturbando el desarrollo psicosocial de E3. Los entornos de agresiones físicas y verbales parecen ser algo frecuente en nuestras informantes. De igual forma E7 nos comparte *“Mi mamá nos pegaba mucho. Quería educar a base se golpes y mi papá no. Era todo lo contrario. Cuando estaba chica sentía que la odiaba”*. En este caso, E7 nos habla de un sentimiento de odio hacia su progenitora, pero también de comparación de su padre y su madre, y las diferentes estrategias que E7 percibía que usaban para tratar de imponer disciplina.

El comportamiento actúa recíprocamente con la salud del propio individuo de manera que el nivel de salud es, en parte, función del comportamiento del sujeto, y éste a su vez está condicionado por las características psicológicas, biológicas y de ecosistema del propio

individuo [24]. Por lo anterior, se puede concluir que en el núcleo familiar existía violencia física y emocional además de represión por expresar sentimientos y emociones mismos que fueron bloqueados y acumulados por largos periodos de tiempo pudiendo así afectar el desarrollo biopsicosocial, comprometiendo el futuro de la salud de los sujetos de estudio.

4.2 Profanación de su cuerpo y pensamientos

En su totalidad, todas las entrevistadas (9 de 9) comparten haber sido hostigadas y abusadas física y/o emocionalmente en algún momento de la vida. Por ejemplo, E2 nos comparte: *“En otra clínica donde trabajé, un doctor me acosaba. Según él me estaba dando mi tratamiento para embarazarme [pero] después cambie de médico, pero él me decía que mi esposo no podía y que él podía influir para que yo me embarazara y yo le dije que no. Primero pierdo el trabajo a que pasara algo. En una ocasión entré al consultorio a llevarle expedientes y ahí me agarro a la fuerza y... (llora fuertemente)”*. Casos como el que menciona E2 son comunes en nuestras informantes. En el caso de E2, fue víctima de agresión emocional y sexual por parte de un superior, influyendo de modo biopsicosocial en el desarrollo integral de modo permanente en su vida.

Por otro lado, E3 comenta de manera similar: *“Tengo un vecino. Es abogado. El llevó mi caso cuando demandé hace 12 años, [él] iba a mi casa y siempre me pedía dinero y como que iba también con otras intenciones, y me molestaba mucho, y eso duró como un año y hasta la fecha lo veo y me molesta”*. De igual forma E8 nos comparte: *“con mi primera pareja, pues él era un hombre muy prepotente. Tomaba mucho y había agresión verbal y física, aunque no de alto grado, pero si había también infidelidades de su parte y cuando llegaba a la casa en la madrugada me sacaba a empujones de la casa que porque no le tenía la comida lista, y pues yo me quedaba callada, y ahora veo que fue un error. Yo le tenía mucho resentimiento. Yo estaba consciente que fui una mujer abnegada y le tenía miedo, pero si deseaba que se muriera. El abusaba física, sexual y emocionalmente de mí”*. Aun cuando los casos de E2 y E8 difieren en que una era abusada por su esposo, y una por un superior, sus casos no son particularmente raros. Todas nuestras informantes reportaron haber sufrido abuso en algún momento de su vida. Tal como se ha reportado, el acoso emocional y el abuso sexual tiene repercusiones somáticas, psicológicas y psicofisiológicas [19]. De manera adicional, se identifican a la violación y a la violencia doméstica como causas significativas de trastorno por estrés postraumático y depresión en mujeres de todo el mundo afectando de manera significativa su salud.

4.3 Muerte de familiares y seres allegados

Todas nuestras informantes (9 de 9) reportaron haber sufrido una pérdida de familiares cercanos y/o seres allegados que representaban algo muy importante en su vida. Por ejemplo, E1 nos comenta: *“Tuve 2 hijas. Con la primera, excelente. Es lo máximo para mí, muy buena relación. Todo lo que guardo en mi corazón son puras cosas bonitas sobre ella. Es una hija excelente. Y la segunda nació prematura. A los 7 meses, y murió”*. E1 nos

comparte un enorme gozo, orgullo y satisfacción por su primera hija. Sin embargo, la gran pérdida de su segunda hija en el embarazo no llevado a término la sigue perturbando enormemente, aun en estos días después de más de 30 años de sucedido. Por otro lado, E2 dijo: *“Yo tuve 3 abortos. No se me lograban los bebés. Los 2 primeros de 4 meses y el otro fue provocado por una cuñada que me dio una patada en el abdomen en una discusión que tuvimos en la casa de mi suegra. Después de ese aborto, tuve una niña que nació y murió de insuficiencia cardíaca. Mi hermano, el de en medio, murió hace 23 años. Murió cuando tenía 22 años. Él era mi aliado. Yo lo quería mucho. Murió en un accidente automovilístico y más porque yo no sabía llorar y me tuvieron que hospitalizar. También la muerte de mi papa me pudo mucho. Murió hace 16 y también la muerte de mi hermano, el mayor, hace 8 años”*. En este caso, E2 expresa su gran dolor al perder sus 2 primeros bebés. Sin embargo, comparte que la pérdida del tercer bebe fue aún más dolorosa por las condiciones en que sucedió, resultado de una agresión física. De acuerdo a lo que comenta, el dolor parece incrementar en ella por la gran cantidad de pérdidas presentadas a lo largo de su vida. De manera adicional, E3 nos comparte: *“En noviembre 2017, falleció una sobrina de cáncer, hija de un primo hermano ella tenía 19 años y tenía cáncer en los pulmones. Su problema duró como 8 meses, me revivió mis miedos, volví a sentir todo por lo que pasé, cuando yo tuve mi problema”*.

Por otro lado, E4 nos comparte lo siguiente: *“Yo tenía como 9 o 12 años cuando una de mis hermanas falleció. Ella tenía como 18 años. Iba con un grupo de amigos al mar y a mí y a una prima nos mandaron con ella, y ahí ella se ahogó. No me di cuenta porque yo estaba jugando, y luego la empezaron a buscar y no la encontraban, y ahí fue cuando me di cuenta y pues nos asustamos, y no recuerdo yo hasta que nos dijeron que se había ahogado. En ese momento no era consciente. Ya en mi casa, mi mamá estaba llorando y llorando y recuerdo que la llevaron a mi casa [a mi hermana], y mi mamá la bañó y ahí la velaron. Yo me sentí culpable y más que dolor sentía miedo de eso que pasó”*. De acuerdo a [13], existen casos en que las reacciones iniciales posteriores al duelo se acentúan y prolongan por algunos años, que resultan ser autolimitadores para quien lo padece. Además, desencadenan alteraciones físicas o mentales de gran relevancia que pueden aumentar la probabilidad de morbilidad y mortalidad en determinados tipos de poblaciones. Lo anterior sustenta las afecciones mentales y emocionales sufridas por la muerte de familiares en nuestras entrevistadas volviéndolas vulnerables a múltiples padecimientos tanto físicos como emocionales.

4.4 Abuso de sustancias tóxicas en integrantes de la familia

Seis de nuestras informantes comparten que algunos de los integrantes de su familia consumieron sustancias tóxicas como alcohol, marihuana, o cocaína. E9 nos comparte: *“Cuando él [su papá] ganaba dinero, se iba a las cantinas y se lo acababa todo tomando. Aunque cuando yo crecí, ya no tomaba tanto y tengo recuerdos muy malos de esa etapa, y recuerdo que mis papás duraban meses sin hablarse a causa de borracheras e infidelidades de mi papá, dolía, aunque estaba muy chica”*. Además, E5 nos comparte de modo similar

respecto a su esposo: *“también tuvo problemas de alcoholismo y adicción a las drogas durante 15 años y teníamos muchos problemas por ese motivo”*. Además, E5 nos comenta: *“Una de mis hijas se fue a estudiar a EU, y si me dolió, sobre todo cuando supe que tenía problemas de drogadicción. En 3 ocasiones tuvo ese problema. Perduró por casi 6 años. Mostraba conductas violentas hacia todo mundo, pero ya salió adelante”*. Como se aprecia, la violencia puede ocurrir en cualquier etapa de la vida de la mujer y muchas mujeres experimentan múltiples episodios durante sus vidas, lo cual puede tener efectos inmediatos y acumulativos sobre su salud y desarrollo de sus capacidades cognitivas, afectivas, económicas y de relación [22].

5 Conclusiones y Discusión

En este trabajo se presentó un estudio exploratorio de mujeres sobrevivientes con cáncer de mama. Nuestras informantes reportan que habrían podido evitarse sufrimientos emocionales vistos como innecesarios durante algunas etapas de su vida. Tal reflexión puede ir encaminada hacia el manejo integral del cáncer, asociando al psiquiatra, para que este pueda tratar o prevenir los trastornos mentales que puedan surgir durante el desarrollo de la enfermedad y sus tratamientos.

De manera adicional nuestras informantes reportan sobre los eventos de vida negativos con mayor incidencia para el grupo de mujeres sobrevivientes de cáncer. En la gran mayoría de los casos convergen en situaciones de abuso físico y emocional, pérdida de integrantes de la familia con los que mantenían relaciones estrechas, y la gran influencia de las emociones generadas en los entornos de familia de origen y familia nuclear, sin perder de vista las afectaciones emocionales generadas por integrantes de familia que usaron sustancias tóxicas.

Los hallazgos reportados en este estudio muestran que todas las participantes presentan situaciones en cuando menos dos de las dimensiones encontradas en la investigación. Debido a eso, se requieren estudios más profundos para tratar de asociar de manera significativa estos eventos. Indicadores emocionales normalmente no son considerados dentro de los estudios clínicos, por lo que no se descarta que podrían aportar información de interés, y complementaria sobre este tema.

Una de las limitantes de este trabajo es el número reducido de sobrevivientes participaron en el estudio. Otra más es que al aun encontrarse en tratamientos paliativos, se programan entrevistas que frecuentemente son canceladas por las entrevistadas al ser llamadas para atención médica. Como trabajo futuro, se pretende explorar la relación de ciertos rasgos de personalidad con la intensidad con que afrontan diversos eventos de vida negativos.

Agradecimientos

Un agradecimiento muy especial a las mujeres que integran el Grupo Reto Recuperación Total Los Mochis, A.C., ya que fueron las que brindaron información valiosa para esta investigación mostrando gran actitud y disposición por aportar.

Referencias

1. Arbizu, J.P.: Factores psicológicos que intervienen en el desarrollo del cáncer y en la respuesta al tratamiento Psychological factors in the development of cancer and in the response to treatment. *An. Sis San Navarra Hosp. Navarra. Pamplona An. Sis San Navarra.* 24, 24, 173–178 (2000).
2. Blair, A. et al.: Causes of death among laundry and dry cleaning workers. *Am. J. Public Health.* 69, 5, 508–511 (1979).
3. De Brito Sá Stoppelli, I.M., Crestana, S.: Pesticide exposure and cancer among rural workers from Bariri, São Paulo State, Brazil. *Environ. Int.* 31, 5, 731–738 (2005).
4. Brown, F.: The Relationship between cancer and personality. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 125, 3, 865–873 (2006).
5. Calle, E.E. et al.: Breast cancer and hormone replacement therapy: Collaborative reanalysis of data from 51 epidemiological studies of 52,705 women with breast cancer and 108,411 women without breast cancer. *Lancet.* 350, 9084, 1047–1059 (1997).
6. Cano-Vindel, A.: Control emocional, estilo represivo de afrontamiento y cancer: ansiedad y cancer. *Archit. City Environ.* 2, 20, 131–148 (2012).
7. Carter, R.E. et al.: Emotional and personality types of breast cancer patients and spouses. *Am. J. Fam. Ther.* 20, 4, 300–309 (1992).
8. Casellas-Grau, A. et al.: Positive psychological functioning in breast cancer: An integrative review. *The Breast.* 27, 136–168 (2016).
9. Dantas, C. de C. et al.: Teoría fundamentada en los datos - aspectos conceptuales y operacionales: Metodología posible de ser aplicada en la investigación en enfermería. *Rev. Lat. Am. Enfermagem.* 17, 4, 573–579 (2009).
10. Eugenia, V., Facio, D.: Sexualidad , cuerpo y duelo : experiencia clínica con mujeres diagnosticadas con cáncer ginecológico o de mama. 7, 14, 155–160 (2010).
11. Hernández, D. et al.: Cáncer de mama en mujeres jóvenes. diciembre 2010 *Rev Venez Oncol.* 2222, 44, 216–221 (2010).
12. Jones, D. et al.: Grounded Theory Una aplicación de la teoría fundamentada a la salud. *Cinta de Moebio.* 19, 1–19 (2004).
13. López Rodríguez, A.: Importancia de la atención del paciente en duelo. *Rev. Espec. Médico-Quirúrgicas.* 14, 4, 153–4 (2009).
14. Mathur, V. et al.: Breast cancer incidence and exposure to pesticides among women originating from Jaipur. *Environ. Int.* 28, 5, 331–336 (2002).
15. Morgan, S. et al.: Association of personality profiles with depressive, anxiety, and cancer-related symptoms in patients undergoing chemotherapy. *Pers. Individ. Dif.* 117, 130–138 (2017).
16. Moscoso, M.S.: De la mente a la célula: impacto del estres en psiconeuroinmunoendocrinología. *Liberabit.* 15, 2, 143–152 (2009).

17. Norman, R.E. et al.: The Long-Term Health Consequences of Child Physical Abuse, Emotional Abuse, and Neglect: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS Med.* 9, 11, (2012).
18. Palacio-Mejía, L.S. et al.: Diferencias regionales en la mortalidad por cáncer de mama y cérvix en México entre 1979 y 2006. *Salud Publica Mex.* 51, SUPPL.2, (2009).
19. Ramos-Lira, L. et al.: Violencia sexual y problemas asociados en una muestra de usuarias de un centro de salud. *Salud Publica Mex.* 43, 3, 182–191 (2001).
20. Strauss, A., Corbin, J.: *Bases De La Investigación Cualitativa: Técnicas Y Procedimientos Para Desarrollar La Teoría Fundamentada.* 1, (1991).
21. Tyrer, J. et al.: A breast cancer prediction model incorporating familial and personal risk factors. *Stat. Med.* 23, 7, 1111–1130 (2004).
22. Valdez, R., Juárez, C.: Impacto de la violencia doméstica en la salud mental de las mujeres: Análisis y perspectivas en México, (1998).
23. Vázquez, C. et al.: Bienestar psicológico y salud: aportaciones desde la psicología positiva. *Anu. Psicol. Clínica y la Salud.* 5, 1, 15–28 (2009).
24. Vinaccia, S., Orozco, L.M.: Aspectos psicosociales asociados con la calidad de vida de personas con enfermedades crónicas. *Perspect. en Psicol.* I, 2, 125–137 (2005).
25. Wolkoff, P. et al.: Risk in cleaning: Chemical and physical exposure. *Sci. Total Environ.* 215, 1–2, 135–156 (1998).

Identificación de áreas de oportunidad de una empresa de lealtad y recompensas mediante la Ciencia de los Datos

Martín Humberto Córdova Cárdenas¹, Ramón Rene Palacio Cinco¹,
Maria de los Angeles Cosio Leon ², Gilberto Manuel Córdova Cárdenas¹

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa,
Ramón Corona S/N, Colonia ITSON, CP. 85860, Navojoa Sonora, México.
martin.cordova, ramon.palacio,
gilberto.cordova{@itson.edu.mx}

²Universidad Politécnica de Pachuca,
Zempoala, 43830, Hidalgo, México.
ma.cosio.leon@upp.edu.mx

Resumen. El objetivo de este trabajo fue identificar un conjunto de patrones que permitirán a una empresa visualizar sus áreas de oportunidad en el tema de la valoración de lealtad y recompensas, para ello se siguió un proceso de enmarcado en la ciencia de datos como modelo para la extracción de conocimiento que ayudara en la toma de decisiones. Para lograrlo se analizó un *dataset* de 8762 registros con la opinión de los clientes de la empresa. Como resultado se obtuvo la identificación de las tablas y campos clave para el análisis de la información (Analytics Base Table, ABT) y posteriormente preparación de los datos que se analizaron mediante el entorno Jupyter, una vez identificada las áreas de oportunidad. Para mejorar el modelo de negocio apoyado en el conocimiento generado se utilizó la metodología CANVAS. Se concluye que la rápida identificación de las áreas de oportunidad puede facilitar el proceso de toma de decisiones para la creación de estrategias encaminadas al sostenimiento y desarrollo del negocio.

Palabras clave: CANVAS, Depuración, Patrones, Minería de datos, Conocimiento.

1 Introducción

Con la finalidad de buscar una ventaja competitiva que los mantenga en el mercado, las empresas están obligadas a evolucionar enfocando sus esfuerzos en estrategias centradas en el cliente. El desarrollo de estrategias de mercadotecnia y los programas de lealtad se han convertido en herramientas que han cobrado importancia estratégica [1].

Las estrategias de mercadotecnia y los programas de lealtad requieren de herramientas tecnológicas para potenciar su efectividad y esto se debe a que el volumen de la información sigue incrementando y continuará de manera exponencial, también a que la velocidad en la que se generan los datos es mayor que la velocidad del resto del universo digital. En la actualidad existen diferentes plataformas tecnológicas que permiten dar sentido a la información que se encuentra en las bases de datos, utilizando herramientas de minería, entre las cuales encontramos XLMiner, MATLAB, IBM SPSS Modeler, SAS Enterprise Miner, Salford Systems Data Mining, Oracle Data Mining, Rapid Mining, KNIME, R, Orange, Weka, Jupyter, entre otros [2].

Respecto a los programas de lealtad basados en plataformas tecnológicas otros autores consideran que son un instrumento de mercadotecnia que se centra en el otorgamiento de recompensas por medio de la compra acumulativa, y esto les convierte en una muy buena opción para mejorar la retención de clientes, este tipo de programas motivan la compra repetida, por lo tanto, mejoran los índices de retención, esto es, proporcionan incentivos para que los clientes compren frecuentemente y cada vez realicen compras más grandes [3]. Los programas de lealtad y recompensa establecen un mayor nivel de retención de clientes en segmentos rentables mediante el otorgamiento de un nivel mayor satisfacción y valor a ciertos clientes. Un dato que inquieta es que en la mayoría de las empresas la información disponible no está integrada en procedimientos para ayudar en la toma de decisiones. Los analistas no son capaces de mantener el ritmo para estudiar los datos y convertirlos en conocimiento útil para fines prácticos [1]. Además, existen empresas de lealtad y recompensa que no tienen el impacto positivo esperado, debido a que no logran impactar en el usuario conectándolo con la empresa.

Lo antes expresado nos lleva a plantearnos la pregunta: ¿Existen patrones de conducta de compra entre los usuarios mujeres y hombres en una plataforma de lealtad y recompensa? El objetivo de este trabajo es identificar patrones entre las variables que generen conocimiento útil para la toma de decisiones, por medio de estrategias diferenciadas por género que incidan en el modelo de negocios.

Las expectativas de recompensas y las conductas que desarrollan lealtad se considera que tienen un comportamiento diferenciado por género, por lo que, el propósito de este trabajo es identificar estos patrones en los clientes del dataset seleccionado, por medio del proceso de ciencia de los datos, que ayude a mejorar las expectativas de los usuarios de la plataforma de lealtad y recompensa por medio de estrategias diferenciadas en base al comportamiento de compra.

2 Método.

Para este trabajo se realizó el análisis mediante el modelo CANVAS [4] con el propósito de identificar cómo funciona una empresa de lealtad y recompensa para comprender el negocio mediante sus preguntas clave: ¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cómo? Y ¿Cuándo? respuestas que se obtuvieron de un dataset de 8762 registros de la empresa, el cual se sometió a un proceso de extracción de conocimiento propuesto por [2].

2.1 Sujeto de estudio

PingShop <http://www.pingshop.mx> [5] es una plataforma de lealtad y recompensa que tiene como fin incrementar las ganancias de sus clientes procurando al mismo tiempo generar lealtad del usuario, aplicando marketing emocional transfiriendo la identidad del cliente a sus usuarios por medio de promociones y recompensas. Esta empresa se fundó en el año de 2016 iniciando operaciones con 7 empleados y 30 clientes, en distintas ciudades del Estado de Sonora y Norte del Estado de Sinaloa, actualmente cuenta con 3552 usuarios que se encuentran registrados en plataforma y 52 negocios afiliados.

2.2 Proceso de extracción de conocimiento

Para este estudio se realizó un análisis por medio de la metodología Modelo de Negocios Canvas [4], con el propósito de identificar cómo funciona la organización para una mayor comprensión de las tablas del dataset y los campos que lo componen, lo que nos da la pauta de detectar dónde se encuentran ubicadas en el proceso del modelo de negocios el ¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cómo? Y ¿Cuándo? Lo que se traduce cómo comprensión del negocio, para después realizar la recopilación de las tablas más relevantes que contengan campos que puedan ser enlaces entre las tablas a lo que se conoce cómo recopilación e integración (Analytics Base Table (ABT)), lo que nos lleva a seleccionar los campos que serán analizados y que fueron identificados y relacionados en el modelo de negocios y que ayudó a la obtención de un dataset por medio de la selección, depuración y transformación, por último se ingresa el dataset normalizado a una herramienta tecnológica por medio de la minería de datos aplicando algoritmos específicos denominado Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés), que permite la identificación de las componentes con mayor variabilidad permitiendo el conocimiento en forma de patrones, que traducidos al funcionamiento del modelo de negocios nos ayuda a detectar áreas de oportunidad y en la toma de decisiones cómo se observa en la Figura 1.

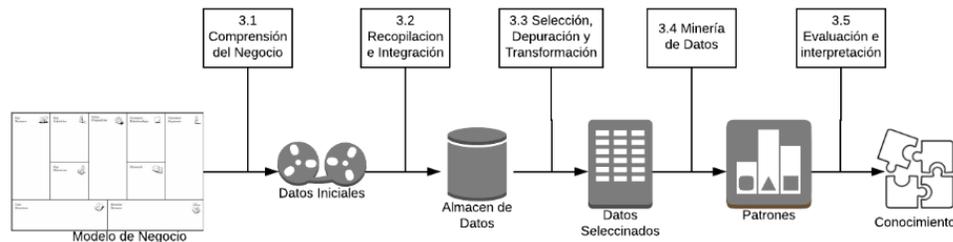


Fig.1 Fases del Proceso de extracción de conocimiento de datos adaptado de García González [2]

3 Resultados

3.1 Comprensión del Negocio.

Para comprender el negocio utilizó la metodología CANVAS [4], que comprende nueve pasos comenzando por 1) la propuesta de valor que comprende la habilitación de usuarios en una plataforma para adquirir recompensas ofrecidas por los negocios afiliados por medio de la acumulación de puntos por compra realizada en el negocio con la finalidad de generar compras repetidas, 2) el segundo paso consiste en identificar el segmento de mercado, en este caso el mercado está compuesto por tiendas de autoservicio, estaciones de gasolina, restaurantes, cines, servicios turísticos, entre otros, 3) el tercer paso se encarga de dar a conocer la propuesta de valor a los clientes por medio de canales adecuados que en este caso son las empresas que conforman el segmento de mercado, 4) el cuarto paso conforma el cómo la empresa se establece y mantiene una relación con los clientes de forma independiente según su giro, 5) el quinto paso refiere cómo el negocio se hará de recursos ya sea por medio de colaboración de terceros, inversión propia o cómo él cliente comience a adquirir la propuesta de valor, 6) el sexto paso constituye los recursos con los que debe de contar la empresa y sin los cuales no fuese posible operar, en este caso se refiere al software de seguridad, la aplicación y portales, 7) cómo séptimo tenemos las actividades clave que ayuden a la empresa a proporcionar los elementos de la propuesta de valor de la mejor manera, en el penúltimo paso, 8) se encuentra las relaciones clave que requiere la empresa para fortalecer su propuesta cómo proveedores, inversionistas, desarrolladores de software, entre otros y por último 9) se encuentra la estructura de costes en dónde se representa cómo se administrará el capital de la empresa, mediante estrategias bien definidas de acorde al presupuesto Figura 2.

Aliados Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con el Cliente	Segmentos de Clientes
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolladores de aplicaciones • Inversionistas • Operadores móviles • Bancos • Proveedores de Servicios Digitales 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaciones Móviles • Facturación 	Habilitar usuarios de teléfonos móviles, para ir de compras, pagar por bienes o servicios, en negocios afiliados usando una aplicación móvil del teléfono, para obtener puntos y canjearlos por recompensas ofrecidas por los negocios afiliados.	Automatizada	<ul style="list-style-type: none"> • Tiendas de autoservicios, • Estaciones de combustibles, • Restaurantes, • Cines, • Servicios turísticos.
	Recursos Clave		Canales	
Estructura de Costes			Estructura de Ingresos	
<ul style="list-style-type: none"> • Arrendamientos, • Nominas, • Operativos, • Ventas, • Publicidad y TI 			Participación por transacción de los ingresos Cargos por habilitación de servicios y Aprovisionamiento.	

Fig.2 Modelo de negocios de una empresa de lealtad y recompensas.

3.2 Comprendiendo los datos.

La selección de las tablas y los campos son fundamentales para la extracción de conocimiento, en este caso después del estudio concluimos que las tablas: usuarios y acciones_usuarios contienen información suficiente para realizar el estudio e identificar patrones entre las variables que generen conocimiento útil para la toma de decisiones, por medio de estrategias diferenciadas por género que incidan en el modelo de negocios. Los datos están conformados por un dataset proporcionado por Pingshop que comprende registros del 16/05/2016 al 25/05/2018, de estas dos tablas se seleccionaron los campos: “id_usuario, id_sucursal, puntos, fecha, completado, fecha_nacimiento, os y genero” las cuales conforman variables dependientes en sus diferentes combinaciones.

3.3 Preparación de los Datos para el Modelo.

Se observó que para introducir los datos en la herramienta tecnológica se tuvo que manipular el dataset de tal manera que se simplificara la forma de leer los datos por parte de la herramienta tecnológica, en este punto se observó que se redujo el número de líneas a una por usuario y que se transformó la fecha de nacimiento en edad. Al reducir las líneas del dataset se observó que, del padrón de 3552 usuarios registrados, únicamente realizaron transacciones 501 usuarios en el periodo comprendido del 16/05/2016 al 25/05/2018, resultando que 3051 usuarios únicamente se registraron en la plataforma, pero no la utilizaron, generando un costo de oportunidad para la empresa y sus clientes. En esta etapa los campos de las tablas seleccionadas son cruzados y transformados en un nuevo dataset el cual se normalizó para efectos de que la herramienta tecnológica pueda interpretarlos como se observa en la tabla 1 el resultado del dataset adaptado.

Tabla 1. Tabla resultado de la preparación de los datos para el modelo

id_usuario	puntos	completado	os	genero	edad	transacciones	servicio	combustible	am	pm	entre_semana	fin_semana
2	52	100	iOS	H	22	2	1	1	1	1	2	0
9	54	100	Android	H	22	12	12	0	4	8	10	2
13	2315	100	Android	H	33	128	53	75	18	110	11	17
51	1164	100	Android	H	47	13	2	11	2	11	10	3
448	1317	30	iOS	H	38	89	77	12	11	78	86	3

3.4 Creación del modelo de negocio.

En relación de los resultados obtenidos se observa que el comportamiento de compra de los hombres y mujeres usuarios de la plataforma de lealtad y recompensa es muy similar al igual que la utilización de dispositivos móviles referente al sistema operativo que opera en sus dispositivos, sin embargo, en este estudio no se comparó el negocio donde adquirieron los servicios. Se ingresa el dataset en el dashboard Jupyter 5.5.0. En una sola línea de códigos se importa pandas que es una librería de Python destinada al análisis de datos, que proporciona estructuras de datos flexibles y permite trabajar con ellos de forma muy eficiente, en la misma entrada se importa numpy que es un paquete que provee a Python con arreglos multidimensionales de alta eficiencia y diseñados para cálculo científico y también matplotlib.lines que es una herramienta en Python para analizar datos y representarlos en gráficas 2D, posteriormente se importa desde una librería de Python llamada sklearn.decomposition.PCA que en sus siglas en inglés significa Análisis de Componentes Principales y que ayuda a reducir al máximo las variables de las que se dispone y representa de manera visual el resultado obtenido, de esta manera se logra visualizar la agrupación de datos de manera fácil e intuitiva, también se importa de la librería sklearn.datasets para poder cargar el dataset de la librería y por último importamos matplotlib.pyplot que nos ayudará a crear o modificar una figura por medio de funciones, ver Figura 3.

```
In [7]: ##hacer referencia a la libreria
pca = PCA(n_components=2)
##es para el tamaño graficas
plt.rcParams['figure.figsize'] = (9,9)
##configuracion del experimento
PLOT = pca.fit_transform(data.iloc[:,0:2])
print(pca.explained_variance_ratio_)
plt.scatter(PLOT[0:337,0], PLOT[0:337,1], color="blue",alpha=0.5, label="Hombres")
plt.scatter(PLOT[338:499,0], PLOT[338:499,1], color="red", alpha=0.5, label="Mujeres")
plt.legend()
plt.savefig("plot_pingshop.png")
plt.show()

[0.60103133 0.39896867]
```

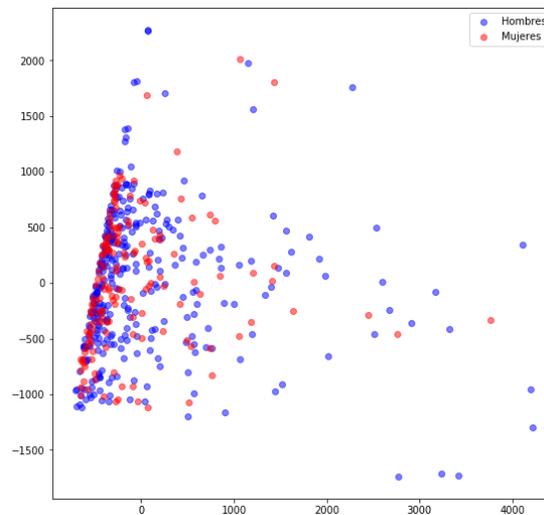


Fig. 3 Código Jupyter para obtener gráfica diferenciado por género en función de puntos.

3.5 Evaluación del Modelo de Negocio.

En relación a este estudio se obtuvo conocimiento qué fue extraído de la base de datos con ayuda de herramientas tecnológicas utilizadas en la Ciencia de los Datos y lo cual deriva a formular estrategias para mejorar la toma de decisiones del empresario cómo se enuncian a continuación. Simplificar el llenado de datos personales de los usuarios en la aplicación, definiendo campos obligatorios. Incrementar el número de usuarios que realicen transacciones con la aplicación. Estimular a usuarios para completar sus datos en la aplicación. Buscar diversificar los negocios afiliados para tener datos de poblaciones más heterogéneas. Establecer estrategias de recompensas más atractivas para los usuarios. En base a la extracción de conocimiento por medio de herramientas tecnológicas utilizadas en la ciencia de los datos en este estudio, se establecen áreas de oportunidad en el modelo de negocios de la empresa de lealtad y recompensa, las cuales se enlistan en los nueve pasos del modelo de negocios CANVAS [4]. La propuesta de valor no es de interés, las recompensas son pocas y carecen de atractivo para el usuario de la plataforma. Segmento de Clientes: Los clientes afiliados a este negocio carecen de capacitación para que sus colaboradores promuevan la utilización de la aplicación con los usuarios. Estructura de Ingresos: Se recomienda utilizar la mercadotecnia directa por medio de la aplicación del usuario para promover servicios de los usuarios y sus recompensas, cómo un nuevo recurso para generar ingresos. Relación con el Cliente: Se propone realizar estrategias en sistemas masivos cómo juegos de concurso en alianza con radiodifusoras y Cliente. Actividades

Clave: La mercadotecnia debe de estar considerada dentro de las actividades clave. Aliados
Clave: Se debe de considerar alianzas con medios masivos de comunicación.

4 Conclusión.

La fortaleza de este trabajo reside en el aprovechamiento de la información con la que cuentan las empresas en forma de bases de datos, considerado en la actualidad uno de los activos más importantes en las empresas, dónde se encuentra valiosa información esperando a ser descubierta y que ayude a tomar mejores decisiones. En este trabajo se utilizaron dos herramientas que se complementaron cómo lo son la metodología CANVAS [4], que es un modelo de negocios altamente aceptado y utilizado en el diseño y desarrollo de start up, el cual esquematiza de una forma ordenada las distintas áreas de la empresa desarrollando una especie de tablero de control el cual se podrá estar monitoreando de una forma más objetiva, la segunda herramienta es el proceso de Ciencia de los datos que permite por medio de pasos específicos la extracción de nuevo conocimiento el cual por medio de la metodología CANVAS [4] se identifica qué etapa del modelo este puede impactar con el descubrimiento mediante estrategias específicas. Aun cuando en este trabajo no se obtuvo una diferenciación en los hábitos de compra de los usuarios Mujeres y usuarios Hombres, el análisis descubrió conocimiento nuevo para la toma de decisiones, las estrategias que se pueden desarrollar a partir de este conocimiento ayudarán a las pequeñas y medianas empresas a mejorar su relación con sus Clientes y los Usuarios de los clientes, buscando diversificar los servicios y las actividades de mercadotecnia enfocado a sub segmentos de mercado.

Referencias

1. Migueis V, Camanho A, e Cunha JF (2011) Mining Customer Loyalty Card Programs: The Improvement of Service Levels Enabled By Innovative Segmentation and Promotions Design. IESS:83-97.
2. García González FJ (2013) Aplicación de técnicas de Minería de Datos a datos obtenidos por el Centro Andaluz de Medio Ambiente. Universidad de Granada, Granada.
3. Lewis M (2004) The Influence of Loyalty Programs and Short -Term promotions on Customer Retention. Journal of Marketing Research.281-292
4. Osterwalder A, Pigneur Y (2011) Generación de Modelos de Negocio. Centro Libros PAPF, S. L. U., Barcelona.
5. Pingshop (2018). <http://www.pingshop.mx/>.

Algoritmo inteligente para detección de eventos de isquemia miocárdica

Gilberto Chávez-López, César Enrique Rose-Gómez,
María Trinidad Serna-Encinas, Sonia Regina Meneses-Mendoza

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación,
Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
gilbertochavezlopez@gmail.com, crose@ith.mx, tserna@ith.mx,
so_meneses@ith.mx

Resumen. Las enfermedades isquémicas del corazón, o isquemia miocárdica, constituyen la primera causa de muerte a nivel mundial. En este artículo se presenta un algoritmo inteligente para la clasificación de latidos cardiacos mediante el análisis de la señal de ECG. Dicha clasificación permite identificar latidos que presenten indicios de la ocurrencia de un evento de isquemia miocárdica, lo que a su vez puede ser utilizado para generar una alerta en un sistema de monitoreo cardiaco.

Palabras clave: Cardiopatías, ECG, detección de isquemia, Máquina de Soporte Vectorial (SVM).

1 Introducción

De acuerdo a estadísticas recopiladas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2016 un total de 17.8 millones de personas murieron en el mundo a consecuencia de enfermedades cardiovasculares, lo que corresponde al 31.4% de las muertes ocurridas dicho año. Esto convierte a las enfermedades cardiovasculares en la principal causa de muerte a nivel mundial, tal como lo han sido durante los últimos 15 años [1, 2].

Las enfermedades cardiovasculares agrupan múltiples padecimientos, sin embargo, las estadísticas permiten identificar los principales, 9.4 millones del total de fallecimientos por estos padecimientos fueron a causa de enfermedades isquémicas del corazón [1, 2].

En cuanto a México, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2016 ocurrieron 175,078 muertes a consecuencia de enfermedades cardiovasculares; equivalentes al 25.53% de las defunciones en el país [3].

Tal como sucede en el escenario mundial, en México las enfermedades cardiovasculares también están entre las principales causas de muerte.

Chávez-López G, Rose-Gómez CE, Serna-Encinas MT, Meneses-Mendoza SR (2018) Algoritmo inteligente para detección de eventos de isquemia miocárdica. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):82-90

Las estadísticas son alarmantes, aun así existe otro factor crítico relacionado a estos padecimientos, las muertes prematuras; éstas son aquellas que ocurren en personas cuya edad aún se encuentra por debajo de la esperanza de vida. Según los datos reportados por la OMS un 36% de las muertes ocurridas a consecuencia de enfermedades cardiovasculares durante el 2016 se pueden clasificar como prematuras [1, 4].

Ante la crudeza de las estadísticas surge la necesidad de desarrollar una solución que contribuya en brindar una atención rápida a las personas que sufren estos padecimientos, algo que resulta de vital importancia cuando se presenta un evento cardíaco grave.

En este artículo se presenta la implementación de un algoritmo inteligente para la detección de eventos de isquemia miocárdica. El objetivo del mismo es procesar la señal de ECG para extraer características que permitan la detección de eventos relacionados a enfermedades isquémicas. En la sección 2 se revisan aspectos teóricos del corazón, sus padecimientos y el principal método para su estudio; también se revisan los fundamentos teóricos de las técnicas de inteligencia artificial utilizadas para la implementación del algoritmo. En la sección 3 se presenta el diseño general e implementación del algoritmo propuesto. Mientras que en la sección 4 se resumen los resultados obtenidos, para, finalmente, en la sección 5 presentar las conclusiones del artículo.

2 Marco Teórico

2.1 Anomalías Cardiacas Graves

Los órganos del cuerpo humano necesitan oxígeno y nutrientes para funcionar, sin estos comenzarían a fallar hasta llegar a un estado total de falla del organismo, dicha necesidad se satisface a través de la sangre, la cual transporta estos vía el sistema circulatorio, cuyo principal componente es el corazón, que bombea la sangre a través del cuerpo. El corazón se relaja para permitir el ingreso de sangre y se contrae para expulsarla, esto es posible gracias a que está formado por un tipo de músculo llamado miocardio. El corazón debe su funcionamiento a un sistema de conducción que propaga un impulso eléctrico a todo el músculo cardíaco, lo que hace posible que la orden de contracción recorra el miocardio en una secuencia ordenada [5-8].

Dentro de las anomalías cardiacas resaltan aquellas cuyos efectos son particularmente graves, ya sea por la gran cantidad de personas afectadas o por los bajos porcentajes de supervivencia de quienes las padecen. A nivel mundial, la isquemia miocárdica es la principal causa de muerte entre las enfermedades cardiovasculares.

2.2 Isquemia miocárdica

Se define como una deficiencia de flujo sanguíneo al corazón, usualmente provocada por la obstrucción de arterias coronarias, provocando un desbalance entre el suministro y la demanda de oxígeno del corazón. Dicha falta de oxígeno tiene múltiples consecuencias, cuya gravedad dependerá de la magnitud de la reducción de flujo sanguíneo, la duración del episodio y la zona del corazón afectada [5, 9, 10].

En algunos casos ocurre un episodio repentino y agudo que puede provocar la muerte súbitamente, en otros casos el proceso puede desarrollarse a lo largo de semanas o años, como consecuencia de una disminución lenta de la capacidad de bombeo del corazón. Cuando el episodio de isquemia no es severo, puede ser reversible y la zona afectada puede llegar a recuperarse y retomar su funcionamiento normal [5, 7].

Existe la llamada isquemia silenciosa, que ocurre sin presentar síntomas de dolor en quien la padece, llegando a percibirse como un incremento en el cansancio al realizar esfuerzo físico, también puede tener síntomas que no se relacionan de forma directa con la presencia de isquemia miocárdica. Aun así puede ser diagnosticada mediante distintas exploraciones, como el electrocardiograma realizado durante una prueba de esfuerzo o con un monitoreo por un tiempo prolongado mediante dispositivos de tipo Holter [5].

La manifestación más grave de isquemia es el infarto al miocardio. Este ocurre de forma inmediata posterior a una oclusión severa donde el flujo sanguíneo disminuye drásticamente, presentándose zonas del corazón donde el flujo es prácticamente nulo por lo que dicha zona no puede mantener su función muscular y muere [7].

La detección oportuna de los primeros indicios de isquemia es fundamental para prevenir que el padecimiento evolucione a una situación más grave, permitiendo administrar un tratamiento oportuno que colabore en revertir las primeras afectaciones sobre el corazón, mejorando la calidad de vida de la persona afectada.

2.3 El Electrocardiograma

Referido por las siglas ECG, es la técnica más común para el estudio del corazón, es un registro gráfico de su actividad eléctrica que se repite a lo largo del tiempo y se toma exteriormente mediante electrodos colocados en la piel del paciente, registrando los patrones de activación eléctrica que se transmiten a la piel. Proporciona una gran cantidad de información que puede ser almacenada, transmitida y procesada, resultando muy útil para la evaluación de síntomas de enfermedades cardíacas [5, 10, 11].

En una gráfica de ECG típica podemos apreciar una línea guía, llamada línea isoelectrónica o basal, la cual puede identificarse como la línea horizontal que se encuentra entre cada latido en la gráfica. Los latidos son representados por las distintas oscilaciones o deflexiones de la línea basal, las cuales forman ángulos, segmentos, ondas e intervalos, que comúnmente llamamos ondas del ECG y constituyen la imagen característica de la señal que comúnmente se relaciona con el electrocardiograma [5, 7, 9, 10].

En la Figura 1 se muestra un ejemplo de una señal de ECG donde se indican algunas de las principales morfologías presentes.

2.4 Técnicas de Inteligencia Artificial

Existen múltiples técnicas de inteligencia artificial utilizadas en el contexto de la detección de anomalías cardíacas. Una técnica que ha mostrado muy buenos resultados en la detección de eventos de isquemia miocárdica son las máquinas de soporte vectorial.

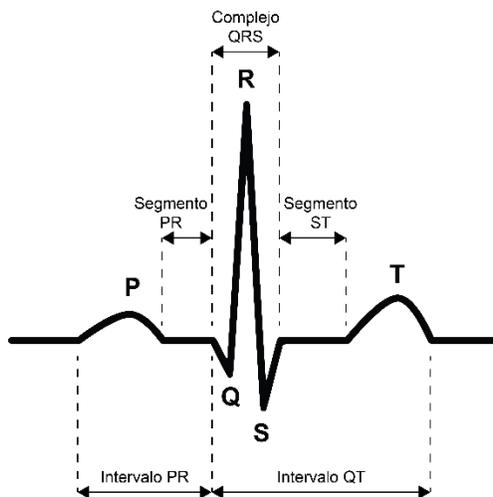


Figura 1. Morfologías de la onda característica del electrocardiograma.

2.5 Máquina de Soporte Vectorial

Comúnmente referidas por las siglas SVM, acrónimo en inglés para *Support Vector Machine*, son un conjunto de algoritmos de aprendizaje máquina usado generalmente para clasificación, cuyo uso ha demostrado un buen desempeño en múltiples áreas de aplicación. Si bien inicialmente se diseñaron para resolver problemas de clasificación binaria, su aplicación se ha extendido a tareas de regresión, clasificación multiclase, agrupamiento, entre otras. [12-14].

La idea básica de su funcionamiento es que dado un conjunto de entrenamiento, la SVM construye un hiperplano como una frontera de decisión que maximiza el margen de separación entre las observaciones positivas y negativas [12, 15].

El modelado de una SVM busca construir un modelo confiable aunque se cometan errores en el entrenamiento del mismo, buscando conseguir una buena generalización. Si bien el entrenamiento es lento, el resultado es un modelo altamente preciso, debido a su habilidad para modelar fronteras de decisión complejas y no lineales [14-16].

Las SVM crean hiperplanos de separación lineales, pero tienen la capacidad de llevar los datos a un espacio de dimensión mayor mediante un mapeo no lineal; frecuentemente, datos que no son linealmente separables en el espacio original de entrada son fácilmente separables en el espacio de dimensión mayor, de esta forma, se encuentra el hiperplano de separación lineal óptimo que separa los elementos de las clases respectivas. El separador lineal en la dimensión mayor es a su vez no lineal en el espacio original [14, 15].

Las muestras que se ubican sobre los márgenes reciben el nombre de vectores de soporte, son las observaciones esenciales que determinan la ubicación del hiperplano de separación y definen los márgenes, por lo que son las observaciones más difíciles de clasificar y proporcionan la mayor información en cuanto a la clasificación [15, 16].

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de un problema de clasificación lineal con una SVM. Se muestran tres posibles hiperplanos de separación H_1 , H_2 y H_3 , los datos son linealmente separables dado que existe al menos una línea recta que separe todas las muestras de las dos clases. Existen múltiples hiperplanos que separan correctamente los ejemplos de ambas clases, sin embargo, no todos son igualmente buenos en cuanto al error de generalización [14, 16].

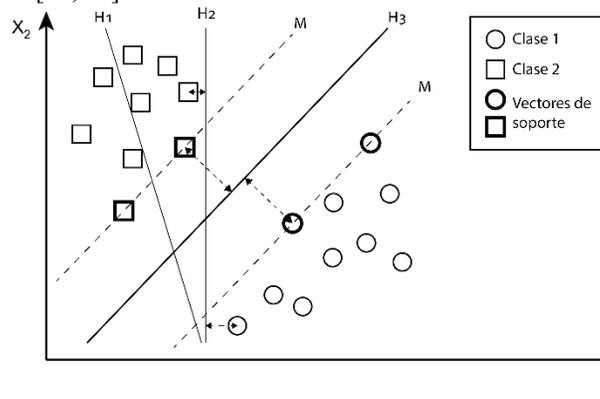


Figura 2. Representación simple del funcionamiento de una SVM.

Por ejemplo, tanto la recta H_2 como la H_3 separan con éxito las observaciones de las dos clases, aunque en el caso de H_3 la distancia hacia las muestras más cercanas, es decir, los márgenes M , son notablemente mayores que los del caso de H_2 , por lo que es claro que el hiperplano de margen máximo está dado por la recta H_3 , la cual constituye la frontera de decisión para el caso mostrado como ejemplo.

3 Diseño e Implementación del Algoritmo

Parte fundamental del análisis de señales de ECG recae en la transformación de los datos para mejorar la efectividad del procesamiento y la interpretación de los resultados. Es así que se extraen un cierto número de características, las cuales se busca tengan altas propiedades discriminatorias. Con este fin se deben identificar los latidos cardiacos presentes para después extraer el conjunto de características o descriptores que permitan caracterizar los latidos analizados, para de esta forma construir un vector de características que transmita completamente la esencia de la señal que se estudia [17].

Una vez se han caracterizado los latidos se utiliza un algoritmo de clasificación para determinar si cada latido puede ser considerado normal o isquémico. Se determinó usar un algoritmo basado en aprendizaje supervisado, lo cual permite generar un modelo respaldado por un mapeo previo de los tipos de latidos que se busca identificar, así como evaluar el desempeño del modelo para identificar dichos tipos de latidos.

Considerando las necesidades identificadas para el problema, así como las distintas técnicas de clasificación y los casos de éxito reportados en la literatura, se determinó implementar una SVM como clasificador binario para latidos cardiacos.

En cuanto al conjunto de datos para experimentación y validación, se utilizó la base de datos del intervalo ST-T de la Sociedad Europea de Cardiología, comúnmente referida como EDB, la cual está disponible como parte del archivo PhysioBank en el portal PhysioNet. La EDB incluye 90 grabaciones de ECG de dos horas de duración, tomadas de 79 pacientes distintos, todos y cada uno de ellos con sospecha o diagnóstico de isquemia miocárdica. Cada registro cuenta con datos de 2 derivaciones estándar de ECG. Además, incluye anotaciones de referencia realizadas y contrastadas por 2 cardiólogos expertos que indican eventos característicos de isquemia [18-20].

En la Figura 3 se muestra el proceso diseñado para implementar el modelo de clasificación para latidos cardiacos. La implementación de los algoritmos diseñados se realizó en el entorno MATLAB.

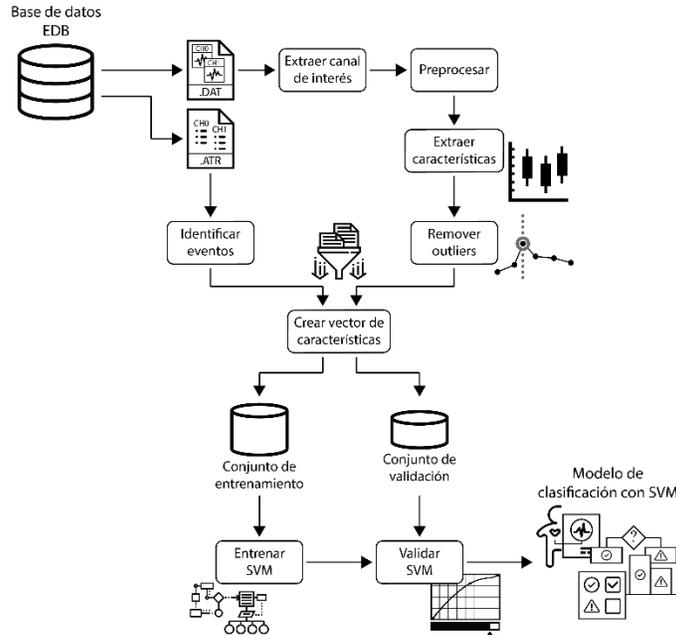


Figura 3. Diagrama general del algoritmo implementado.

Primeramente se extraen los datos de la EDB, obteniendo los archivos de señales de ECG y anotaciones. Los archivos de señales son procesados para extraer las características de la señal, sobre las que se realiza un proceso de remoción de valores atípicos u *outliers*. Posteriormente, se crea el vector de características para cada latido con la etiqueta correspondiente al tipo identificado mediante las anotaciones. Estos datos se separan en un

conjunto de entrenamiento, el cual se usará para entrenar la SVM y un conjunto de validación, con el cual se evaluará el desempeño posterior al entrenamiento.

Para el entrenamiento de la SVM, usando la función `fitsvm` [21], se introdujeron los datos mediante una matriz de características y un vector de etiquetas de clase. Adicionalmente, se especificaron parámetros como la función kernel a utilizar, la cual se determinó que fuera de tipo Gaussiano, así como la estandarización de los datos de la matriz de características de entrada.

4 Resultados

Los resultados obtenidos se basan en la validación llevada a cabo sobre el modelo generado mediante la implementación del algoritmo diseñado.

Los datos usados para validación del clasificador corresponden a un total de 21,626 latidos, de los cuales 50% son latidos normales y el 50% restante son latidos anormales o isquémicos. Se introdujeron los datos para validación al modelo y se obtuvieron las etiquetas de clase predichas para cada uno de los latidos presentes en el vector de características de entrada. Se compararon las etiquetas de clase predichas con las etiquetas reales y se creó la matriz de confusión mostrada en la Figura 4.

		Clase predecida		
		0	1	
Clase real	0	10114 46.77%	699 3.23%	93.54% 6.45%
	1	445 2.06%	10368 47.94%	95.88% 4.12%
		95.79% 4.21%	93.68% 6.32%	94.71% 5.29%

Figura 4. Matriz de confusión para la validación del modelo de clasificación.

Con la matriz de confusión podemos calcular las distintas medidas de desempeño del clasificador, dichas medidas se resumen en la Tabla 1. La clase considerada positiva son los latidos anormales, dado que en el contexto del diagnóstico de enfermedades la detección

del padecimiento es lo que ocasiona que el resultado de una prueba o examen se considere positivo.

Tabla 1. Resultados de las medidas de desempeño de la clasificación.

Porcentaje de acierto	Porcentaje de error	Sensibilidad	Especificidad	Valor predictivo positivo	Valor predictivo negativo
0.9471	0.0529	0.9588	0.9354	0.9368	0.9579

5 Conclusiones

Se consiguió la implementación de un algoritmo inteligente para clasificación de latidos cardiacos mediante el análisis de la señal de ECG que muestra un desempeño muy bueno para diferenciar latidos normales de latidos isquémicos o anormales, específicamente, el valor de sensibilidad de 0.9588 demuestra la alta capacidad del modelo para la detección de la ocurrencia de un latido que presente indicios de isquemia miocárdica, lo que a su vez se utiliza para inferir la ocurrencia de un episodio o evento de isquemia.

Los resultados obtenidos muestran que es posible diseñar e implementar un algoritmo para la detección de eventos de isquemia miocárdica, la cual puede evolucionar a un problema mayor, como puede ser un infarto. De forma que la detección a tiempo de los primeros indicios de isquemia a través de la señal de ECG funciona a su vez como un predictor de riesgo de infarto, consiguiendo así que la información generada por el algoritmo permita actuar de forma proactiva antes de que la isquemia miocárdica evolucione a un problema de consecuencias más graves, permitiendo así mejorar la esperanza y calidad de vida de las personas afectadas por este padecimiento.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca 446217 otorgada al primer autor.

Referencias

1. World Health Organization: Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016. Geneva (2018)
2. Organización Mundial de la Salud: Las 10 principales causas de defunción. *Centro de Prensa*. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death> (2018). Accedido el 7 de octubre de 2018
3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía: Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido. *Mortalidad*. <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/registros/vitales/mortalidad/> (2018). Accedido el 7 de octubre de 2018

4. Organización Panamericana de la Salud: Prevención de las Enfermedades Cardiovasculares. Washington, DC (2010)
5. López Farre, A.; Macaya Miguel, C.: *Libro de la salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos y de la Fundación BBVA*. Fundación BBVA (2009)
6. Barone, L.R.: *Anatomía y fisiología del cuerpo humano*. Grupo Clasa (2004)
7. Hall, J.E.: *Tratado de fisiología médica*. Elsevier España (2016)
8. (S.A.): Frecuencia cardíaca. *Fundación Española del Corazón*. <http://www.fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/frecuencia-cardiaca.html>. Accedido el 7 de octubre de 2018
9. Guadalajara, J.F.: *Cardiología*. Méndez Editores (2006)
10. Fuster, V.; Walsh, R.A.; Harrington, R.A.: *Hurst's The Heart*. McGraw-Hill Medical (2011)
11. Rose Gómez, C.E.: Sistema inteligente para alerta de cardiopatías en pacientes de tipo ambulatorio. Instituto Tecnológico de Hermosillo. Reporte técnico (2015)
12. Haykin, S.: *Neural Networks and Learning Machines*. Pearson Education (2009)
13. James, G.; Witten, D.; Hastie, T.; Tibshirani, R.: *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. Springer-Verlag (2013)
14. Palma Méndez, J.T.; Marín Morales, R.: *Inteligencia Artificial: Métodos, técnicas y aplicaciones*. McGraw-Hill (2008)
15. Russell, S.; Norvig, P.: *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall Press (2009)
16. Han, J.; Kamber, M.; Pei, J.: *Data Mining: Concepts and Techniques*. Elsevier (2012)
17. Gacek, A.; Pedrycz, W.: *ECG Signal Processing, Classification and Interpretation: A Comprehensive Framework of Computational Intelligence*. Springer (2012)
18. (S.A.): European ST-T Database. *PhysioNet*. <https://physionet.org/physiobank/database/edb/> (2016). Accedido el 7 de octubre de 2018
19. Taddei, A.; et al.: The European ST-T database: standard for evaluating systems for the analysis of ST-T changes in ambulatory electrocardiography. *European Heart Journal*, vol. 13, no. 9, pp. 1164–1172 (1992)
20. Goldberger, A.L.; et al.: PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals. *Circulation*, vol. 101, no. 23, pp. e215-e220 (2000)
21. MathWorks: Train binary support vector machine (SVM) classifier. *MATLAB Documentation*. <https://la.mathworks.com/help/stats/fitcsvm.html>. Accedido el 7 de octubre de 2018

Implementación de una urna electrónica para procesos de participación ciudadana

Jesús Adolfo Islas-Gerardo¹, Oscar Mario Rodríguez-Elías¹, Cesar Enrique Rose-Gómez¹,
Sonia Regina Meneses-Mendoza¹, María de Jesús Velázquez-Mendoza¹

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo, Div. de Est. de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.

jesusislas22@gmail.com,

{omrodriguez|crose|so_meneses|rvelazqu}@ith.mx

Resumen. En la actualidad existen muchos mecanismos de participación ciudadana, la participación ciudadana es una pieza fundamental del sistema democrático que promueve la construcción de una sociedad activa permitiéndole al ciudadano opinar acerca de las decisiones que van a repercutir sobre sus vidas. Por ello, con base en las necesidades planteadas por el Instituto Estatal Electoral y de Participación Ciudadana (IEEyPC) del estado de Sonora se optó por desarrollar un dispositivo mediante el cual se reciban y cuenten las opiniones o votos de manera automática y en tiempo real, a este tipo de dispositivos se le conoce como urna electrónica. En el presente trabajo se describe la arquitectura, la implementación y los resultados de la misma.

Palabras clave: Participación ciudadana, tiempo real, urna electrónica, voto electrónico.

1 Introducción

Hoy en día, a pesar de que los métodos manuales de votación siguen siendo los más usuales, los métodos automatizados se están volviendo cada vez más accesibles y eficaces. La tecnología tiene el potencial para mejorar notablemente el proceso de conteo de votos, puede ser más barato, más rápido y más exacto que el método manual. También puede mejorar el proceso democrático al facilitar o simplificar el uso de sistemas electorales complejos [1].

Aunque el uso de medios electrónicos en procesos de votación y participación ciudadana es un tema que ha estado en la palestra desde hace algunos años [2], sigue siendo un tema de actualidad debido a sus implicaciones en la vida de las personas en temas como la seguridad y privacidad, entre otros [3, 4].

El organismo encargado de los asuntos electorales en México es el Instituto Nacional Electoral. Entre sus atribuciones está el “Llevar a cabo la promoción del voto y coadyuvar a la difusión de la educación cívica y la cultura democrática” [5]. Así mismo, los OPL (Organismos Públicos Locales) tienen como parte de sus atribuciones el fomentar la participación ciudadana, de acuerdo al artículo 6 de la misma Ley, que a la letra dice “La promoción de la participación ciudadana para el ejercicio del derecho al sufragio corresponde al Instituto, a los Organismos Públicos Locales, a los partidos políticos y sus candidatos”.

Islas-Gerardo JA, Rodríguez-Elías OM, Rose-Gómez CE, Meneses-Mendoza SR, Velázquez-Mendoza MdJ (2018) Implementación de una urna electrónica para procesos de participación ciudadana. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):91-101

En el Estado de Sonora, el día 11 de diciembre de 2014, se presentó, por parte de la Comisión de Gobernación Puntos Constitucionales del Estado, la Ley de Participación Ciudadana [6]. No obstante, la ejecución de los derechos de los ciudadanos en materia de participación ciudadana ha sido casi nula, en gran medida debido a las dificultades y costos que implica la realización de procesos de participación por las vías tradicionales, como lo son los procesos de elección mediante el uso de papelería.

En México, se han desarrollado e implementado urnas electrónicas en diversos estados, pero la mayoría no cumplen con los requisitos que se buscan, tales como costos, uso rudo, bajo peso, fácil manejo, mantenimiento y seguridad, entre otros [7]. Es por esto que el Instituto Estatal Electoral y de Participación Ciudadana (IEEPC) del Estado de Sonora pensó en la posibilidad de diseñar una urna electrónica local, en colaboración con el Instituto Tecnológico de Hermosillo (ITH); considerando que para que dicha urna sea confiable y útil para la población, debe cumplir con características especiales, tanto en su hardware como en su software. Con respecto, al software, este debe dar confianza al manejar elementos estrictos en seguridad y facilidad de uso, de forma que pueda ser utilizado por cualquier persona, incluso aquellas sin experiencia en el uso de dispositivos tecnológicos.

El presente artículo describe la arquitectura general propuesta de un Sistema de Votación Electrónica (SVE) para una urna electrónica, donde se describe de manera general las entradas, procesos y salidas del mismo. El resto de este artículo se organiza de la siguiente manera, en la sección dos se presenta el marco teórico respecto a los sistemas de votación electrónica y trabajos relacionados. La sección tres presenta el diseño arquitectónico propuesto, para finalmente concluir en la sección cuatro.

2 Fundamentos teóricos

El contexto del trabajo que se presenta en el presente artículo, lo constituyen los sistemas de votación, en particular para fomentar la participación ciudadana, así como los sistemas de votación electrónica, y en particular mediante el uso de urnas electrónicas. La presente sección aborda estos conceptos, así como algunos de los principales trabajos relacionados que se pueden encontrar en la literatura.

2.1 Sistemas de Votación Electrónica

Un Sistema de Votación Electrónica (SVE) es aquel donde el registro, interpretación y conteo de votos en elecciones o procesos de participación ciudadana involucra tecnologías de información y comunicación [8]. Algunos de los objetivos que persigue un SVE son: facilitar la emisión de votos, evitar incertidumbres en cuestiones de seguridad, y lograr una mayor participación ciudadana. Pero, para poder cumplirlos primeramente se tiene que minimizar el rechazo al cambio al que están sujetas la mayoría de las personas, por ello es importante dar a conocer las ventajas del uso de este tipo de sistemas. Existen diferentes tipos de SVE [9] que se pueden clasificar dependiendo de la tecnología que implementan:

- Sistema de perforación de boleta: Se utiliza una boleta con el nombre de los candidatos, dependiendo de la elección se realiza la perforación enseguida de la misma mediante un dispositivo perforador.
- Sistema de escaneo óptico: Es un sistema tradicional, el votante marca con un lápiz de grafito su elección en una boleta. Posteriormente, las boletas son introducidas en lector para su conteo.
- Dispositivos de registro electrónico directo (RED): El votante pulsa sobre el candidato de su elección a través de una pantalla táctil; el sistema guarda e imprime un comprobante del voto emitido. Además, se pueden transmitir los resultados obtenidos a un centro de resultados, y en ocasiones son amigable con votantes débiles visuales utilizando audífonos para guiarse en el proceso.
- Voto por internet: Es el voto emitido y/o transmitido por la red pública. Es el más accesible para los votantes porque solo se necesita de un dispositivo con acceso a internet para emitir el voto sin importar el lugar en el que se encuentren, pero también es uno de los menos seguros ya que al viajar por la red, la información puede ser captada y corrompida.
- Vía telefónica: En sus inicios era a través de una llamada por medio de pulsación de dígitos, posteriormente con la llegada del teléfono celular fue por medio de mensajes cortos de texto (SMS). Actualmente con la aparición del teléfono inteligente (Smartphone), se pueden realizar votaciones mediante aplicaciones móviles.

2.2 Urna electrónica

Como se mencionó anteriormente, una urna electrónica es un tipo de sistema de votación electrónica que puede conceptualizarse como un dispositivo electrónico diseñado para que los ciudadanos emitan su voto [10].

El objetivo de este dispositivo es proporcionar resultados electorales de manera automática, rápida y confiable. Por ello debe ser capaz de almacenar el registro de los votos, así como imprimir el comprobante de resultados al finalizar la jornada electoral. Las urnas electrónicas pueden ser de dos tipos:

- Las lectoras ópticas de voto (LOV): se selecciona al candidato marcando un óvalo, como en los exámenes de opción múltiple; aquí se emplea un explorador óptico o escáner, que decodifica dicho voto en el momento en que se introduce la papeleta.
- Registro electrónico directo (RED): Una pantalla muestra la boleta con la fotografía del candidato y el logotipo del partido político al que pertenece. Como dispositivo de entrada cuenta con una pantalla táctil o teclado numérico, para que el votante seleccione el candidato de su preferencia para realizar la elección. El votante marca con su índice directamente en la pantalla o introduce el dígito del candidato respectivamente. Después se le solicita una confirmación de su elección, si está de acuerdo el sistema almacena el voto en la memoria interna de la urna, si no, el votante puede corregir y elegir su voto de nuevo. Al finalizar la jornada electoral la urna emite los resultados (total de votos).

2.3 Seguridad

Algunos métodos típicos de implementar la seguridad en el voto electrónico, se enfocan en aislar el proceso para que nadie pueda ver o modificar un voto y construir el sistema bajo un esquema basado en el aislamiento como medida de seguridad. La criptografía es uno de los principales mecanismos de seguridad que se aplican a cualquier sistema informático. El uso de la criptografía en un SVE proporciona un nivel más elevado de algunas de las propiedades que se cubren con la auditoría, especialmente en el aspecto de privacidad ya que además de almacenar el voto de manera aleatoria este se encuentra cifrado, lo que impide conocer su contenido y dificulta el poder modificarlo. Aunque la criptografía es sólo una pequeña parte de la seguridad de un sistema, también se considera una parte crítica que permite controlar quién accede a la información [11].

Existen una gran cantidad de algoritmos criptográficos que han sido probados satisfactoriamente, el problema principal es la arquitectura de seguridad que este tipo de sistemas deben tener, ya que según el principio de Kerckhoffs la seguridad de un sistema depende solo de la secrecía de la llave y no de los algoritmos [12].

2.4 Trabajos relacionados

Países como Brasil, India, Estados Unidos, Estonia, Francia han implementado formas de emitir el voto en procesos electorales a través de este tipo de sistemas, el país precursor fue Estados Unidos, el cual implementó sistemas de tarjeta perforada por primera vez en el Estado de Oregón. En 1982 debutó la primera máquina de votación: un sistema basado en el uso de palancas mecánicas, en el que a cada candidato se le asignaba una palanca [13].

En 2005 se realizaron pruebas piloto en el Estado de Coahuila en las elecciones locales. Después de algunas pruebas piloto en las elecciones del Estado de 2008, se utilizaron 100 urnas electrónicas con pantalla táctil y la votación tuvo carácter vinculante [14].

En el Estado de Sonora solo se han llevado a cabo pruebas piloto en elecciones estudiantiles con urnas gracias al convenio de colaboración entre el Consejo Estatal Electoral del Estado de Sonora y el Instituto Electoral del Distrito Federal. El objetivo fue familiarizar a la ciudadanía en general mediante ejercicios prácticos, con el uso de esta tecnología [15].

3 Arquitectura del sistema

El sistema consta de tres subsistemas físicamente independientes pero relacionados:

- Sistema gestor de eventos electores (SGEE): Sistema web donde un usuario (administrador) puede crear boletas con su respectivo formato: encabezado, contenido y pie de página. Se pueden crear dos tipos de boleta: tipo encuesta o candidato. La de tipo encuesta se refiere a una serie de preguntas y respuestas asociadas a un tema en particular, a ésta se le asocia un encabezado y pie de página previamente registrado en el sistema. La de tipo candidato, es similar a la anterior, solo que en este caso son

candidatos que pertenecen a una asociación en particular (planilla, partido, coalición, etc.).

- Sistema de votación electrónica (SVE): Sistema embebido, que es la unidad central de procesamiento de una urna electrónica con pantalla táctil e impresora, donde se cargan y muestran las boletas previamente creadas para realizar procesos de votación y de participación ciudadana. Un usuario (Representante de casilla) lo configura y habilita para su funcionamiento. Es capaz de desplegar e imprimir los totales si así se requiere.
- Sistema central de datos (SCD): Sistema web que recaba todos los resultados generados por cada una de las urnas y genera los resultados finales de las distintas elecciones.

La figura 1 ilustra la arquitectura de los sistemas mencionados anteriormente y cómo interactúan entre sí.

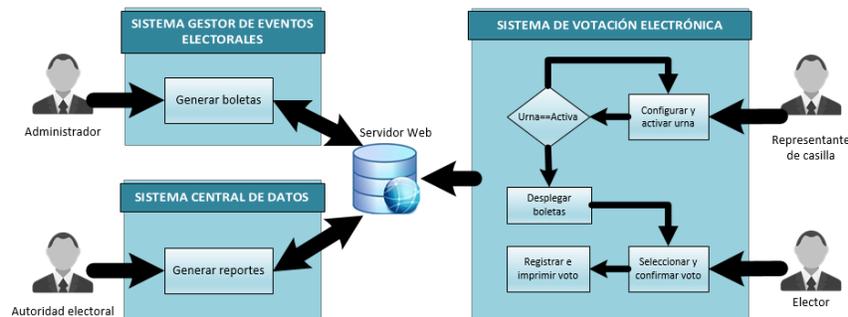


Fig. 12. Arquitectura del sistema (elaboración propia)

4 Implementación

En esta sección se describe el desarrollo e implementación de los sistemas, así como los métodos y herramientas utilizados.

4.1 SGEE

La función principal del sistema es generar los eventos electorales mediante boletas (tipo encuesta o candidato), estas boletas se almacenan como archivos XML en una base de datos que está alojada en un servidor Web. XML (Lenguaje de marcado extensible) es un metalenguaje que nos permite crear cualquier etiqueta para describir los datos y la estructura de los mismos [16]. Una vez creados, se le asignan a una urna en particular.

4.2 SVE

Después de generar los eventos y asignarlos a una urna, el usuario (Representante de casilla) encargado del SVE, puede configurar y habilitar la urna, para ello el sistema se conecta a la misma base de datos donde se crearon y almacenaron los eventos, el usuario puede elegir

el evento que desea iniciar, los eventos y la clave pública correspondientes se almacenan localmente, con el fin de que la urna puede funcionar sin conexión a internet, y en base a los datos que contiene el archivo XML desplegar la boleta en pantalla para posteriormente iniciar con el proceso de votación.

El SVE está montado en una urna electrónica, por ello tiene interacciones con diferentes dispositivos, los cuales se describen a continuación:

- Raspberry Pi 3 Model B: Es la Unidad Central de procesamiento (CPU) de la urna donde se encuentra montado el SVE. Es una computadora de placa única o computador de placa simple (SBC) de bajo costo, el software es open source, siendo su sistema operativo oficial una versión adaptada de Debian, denominada Raspbian, cuenta con procesador Broadcom Quad-Core de 1.20GHz, de 1GB de memoria RAM, Wi-Fi y Bluetooth (4.1 Low Energy) sin necesidad de adaptadores.
- Arduino Uno: Su función principal es el control de acceso a la urna, mediante un lector RFID y una pantalla LCD para mostrar los mensajes de los estados de la urna. Por el momento están definidos solo dos estados, bloqueada y desbloqueada, está conectado al Raspberry mediante USB. Es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.
- RFID RC522: Tecnología para validar el acceso a la urna. El Identificador por radiofrecuencia, es un conjunto de tecnologías diseñadas para leer etiquetas (tags) a distancia de forma inalámbrica en una banda de frecuencia de 13.56Mhz para escribir o leer datos de aplicaciones de bajo consumo de energía, bajo costo y tamaño reducido. Ideal para dispositivos portátiles o tarjetas. El lector RFID está conectado al Arduino Uno.
- LCD 16x2: Pantalla conectada al Arduino donde se muestran los estados o mensajes de alerta de la urna al momento de que el lector de RFID recibe una entrada.
- Impresora térmica de tickets. Dispositivo de salida utilizado para imprimir los comprobantes de votos, y los totales de los mismos, está conectada directamente al Raspberry,
- Pantalla táctil Elo Touch de 10 pulgadas: Interfaz de entrada para desplegar el SVE, conectada al Raspberry.

Como mecanismos de seguridad se usa el algoritmo RSA, que es un algoritmo asimétrico cifrador de bloques, que utiliza una clave pública, la cual se distribuye (en forma autenticada preferentemente), y otra privada, la cual es guardada en secreto por su propietario. Una clave es un número de gran tamaño, que una persona puede conceptualizar como un mensaje digital, como un archivo binario o como una cadena de bits o bytes. Cuando se envía un mensaje, el emisor busca la clave pública de cifrado del receptor y una vez que dicho mensaje llega al receptor, éste se ocupa de descifrarlo usando su clave oculta [17].

El SGEE genera una clave pública y privada automáticamente al dar de alta una nueva urna. Cuando el SVE descarga los eventos asignados a una determinada urna mediante un Servicio Web, también descarga la clave pública. Cada vez que se emite un voto, aparte de

almacenarlo localmente en la base de datos, este se cifra con la clave pública y se guarda en un archivo XML. Posteriormente, este archivo es enviado al SCD, donde se recopilan todos los archivos cifrados de votos para la generación de reportes, cada vez que se genere un reporte, el SCD consulta mediante un Servicio Web la clave privada previamente creada en el SGEE para descifrar y realizar las operaciones necesarias para generar los reportes.

Como mecanismos de auditoría, los votos pueden ser verificados por tres fuentes distintas: base de datos local, conteo de comprobantes impresos y archivo cifrado de votos XML. además, cuenta con elementos físicos e informáticos para garantizar el secreto del voto e impedir la vinculación de cualquier registro de su base de datos.

Para desplegar una boleta en la urna, se tiene que consultar y descargar las generadas mediante el SGEE, tomando el valor del RFID. Una vez descargada y almacenada en el Raspberry, el usuario (Representante de casilla) selecciona el evento a poner en ejecución. Después de seleccionar el evento, inicia el proceso de votación, se muestra la boleta con su respectivo formato (encabezado, pregunta, respuestas, pie de página y número de preguntas), con base en los archivos XML almacenados localmente. El votante (elector) selecciona la opción de su preferencia, el sistema muestra una pantalla de confirmación, con la opción de cancelar o confirmar su voto, si elige cancelar, se cierra la pantalla de confirmación, si confirma, entonces se imprime el comprobante, se almacena en una base de datos y en un archivo XML con el voto cifrado mediante el algoritmo RSA utilizando la clave pública.

4.3 SCD

La función principal de este sistema es almacenar los archivos cifrados de votos en formato XML de todas las urnas, para generar reportes del total de votos por urna y/o por evento. Para descifrar los votos, es necesario conocer la clave privada correspondiente a la urna, la cual esta almacenada en el SGEE, entonces cada vez que se generan los reportes, el SCD consulta la clave privada de la(s) urna (s) en el SGEE mediante un Servicio Web para descifrar los votos y mostrar en pantalla el total de los mismos.

5 Pruebas y análisis de resultados

Para validar nuestra propuesta, se usó el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) [18], por ser un modelo efectivo altamente probado para predecir el uso de las tecnologías de información. TAM se basa en dos características principales de las TIC:

- La Utilidad Percibida (PU) se refiere al grado en que una persona cree que, usando un sistema en particular, mejorará su desempeño en el trabajo.
- La Facilidad de Uso Percibida (PEOU) señala hasta qué grado una persona cree que, usando un sistema en particular, realizará menos esfuerzo para desempeñar sus tareas.



Fig. 2. Boleta del SVE (elaboración propia)

Para validar el proyecto, se realizó una prueba piloto de la urna electrónica con una muestra de 12 personas, donde cada una emitió su voto y llenó una encuesta para medir el grado de usabilidad, facilidad de uso, pero principalmente el grado de aceptación de este tipo de dispositivos en procesos de participación ciudadana. El evento que se implementó es el que se muestra en la figura 2, y las preguntas de la encuesta en la tabla 1.

Para medir las respuestas, se utilizó una escala Likert de 7 niveles (0 a 6), donde 6 es la valoración máxima, 3 neutra y 0 mínima, de lo anterior, entre más cercano se encuentre el promedio de las respuestas al valor máximo (6), los resultados son más favorables, en el caso de la neutra (3), estos son indiferentes, no existe una diferencia significativa, y entre más cercano al mínimo (0), se consideran desfavorables.

El promedio general fue de 5.11, quedando por encima del valor neutro (3) y muy cerca del valor máximo (6), es decir, los resultados fueron favorables, las personas están a favor del uso de este tipo de dispositivos en procesos de participación ciudadana.

6 Conclusiones

Tomando en cuenta las necesidades planteadas por el IEEyPC del estado de Sonora, se desarrolló un SVE amigable e intuitivo, montado sobre una urna electrónica con el propósito de promover la participación ciudadana, e incentivar a los ciudadanos a utilizar este tipo de sistemas y la aceptación del mismo como un sistema confiable, seguro y auditable.

Uno de los principales retos fue la seguridad, por ello se optaron mecanismos para asegurar la integridad de los votos y validar el total de los mismos por tres fuentes distintas: localmente en la urna, comprobantes impresos y archivo cifrado de votos. No obstante, como trabajo futuro nos queda validar qué tan seguros se consideran estos mecanismos desde el punto de vista de los ciudadanos, y de las autoridades electorales.

Tabla 3. Resultados generales por pregunta (elaboración propia)

Pregunta	Promedio
Utilizar un Sistema de Votación Electrónica (SVE) en un proceso de votación me permitiría emitir mi voto más rápidamente.	5.50
Utilizar un SVE me permitiría mejorar la forma en la emisión del voto en este tipo de procesos	5.58
Utilizar un SVE en un proceso de votación y participación ciudadana me permitiría incrementar mi interés en este proceso.	4.50
Utilizar un SVE me permitiría mejorar mi eficacia en un proceso de votación y participación ciudadana.	5.00
Utilizar un SVE me permitiría emitir mi voto fácilmente en un proceso de votación y participación ciudadana.	5.67
Me gustaría encontrar un SVE útil en un proceso de votación y participación ciudadana.	5.67
El aprendizaje para operar un SVE sería fácil para mí.	5.00
Me resultaría fácil hacer que un SVE realizará lo que quisiera que hiciera.	5.00
Mi interacción con el SVE sería claro y entendible	5.00

Me gustaría encontrar un SVE flexible en su interacción.	5.25
Sería fácil para mi convertirme en un experto en utilizar un SVE	4.92
Me gustaría encontrar un SVE fácil de usar.	5.00
Me gustaría seguir utilizando la urna electrónica en los procesos de participación ciudadana.	5.67
Consideraría que los resultados podrían ser manipulados a través de la urna electrónica.	3.83
PROMEDIO GENERAL	5.11

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en relación por la beca 784938/610860 otorgada al primer autor. Este trabajo también ha sido parcialmente financiado por el Tecnológico Nacional de México, mediante el proyecto con clave 6320.17-P.

Referencias

1. B. A. Pacheco Moreno, F. Félix Chávez, R. Ruibal Astiazarán, D. Zepeda Vidales, J. A. López Quiroz, D. C. Galindo Delgado, O. M. Madero Valencia, J. G. Curiel, y C. A. Marcos Ramírez, (2014), Ley de Participación Ciudadana del Estado de Sonora, Sonora, México, p. 40.
2. Epstein, Jeremy (2007), Electronic Voting, Computer, Vol. 40, no. 8 pp. 92-95, doi:10.1109/MC.2007.271.
3. M. Lubis, M. Kartiwi, y S. Zulhuda, (2017), Privacy and Personal Data Protection in Electronic Voting: Factors and Measures, TELKOMNIKA (Telecommunication Comput
4. C. Burton, C. Culnane, y S. Schneider, (2016), VVote: Verifiable Electronic Voting in Practice, IEEE Secur. Priv., vol. 14, no. 4, pp. 64–73.
5. International Institute for Democracy and Electoral Assistance, Introducing Electronic Voting: Essential Considerations, 2011, no. December.
6. E. Peña Nieto, DECRETO por el que se expide la Ley General de Instituciones y Procedimientos Electorales; y se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General del Sistema de Medios de Impugnación en Materia Electoral, de la Ley Orgánica del Poder Judicial. México: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIPE_270117.pdf, 2014.
7. Kumar, Sanjay & Walia, Ekta, (2011), Analysis of electronic voting system in analysis of electronic voting, International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSSE), Engg Journals Publications, Vol. 3, no. 5, ISSN: 0975-3397.
8. Monroy Arroyo, Areli. Propuesta para el uso de urnas electrónicas en los procesos electorales en México. (2007). Licenciatura en Derecho. Universidad Autónoma de México.
9. Kosmopoulos A., “Aspects of Regulatory and Legal Implications on eVoting,” pp. 589–600, 2004.
10. Fernández Rodríguez et al., Voto Electrónico, estudio comparado en una aproximación jurídico-política (Desafíos y Posibilidades), Fundación Universitaria de Derecho, Administración y Política S.C., Instituto Electoral y de Participación Ciudadana de Coahuila, Instituto Electoral de Querétaro, 2007, p. 23.

11. Saltman, R., (2003), Cap. Public Confidence and auditability in voting systems, *Secure Electronic Voting*, pp.125-137, ISSN 1568-2633, doi: 10.1007/978-1-4615-0239-5_8
12. Fischer, E., (2003), *Election reform and electronic voting systems (DREs): Analysis of Security Issues*, CRS Report for Congress.
13. King, M. S., & Hancock, B. (2012). Electronic voting security 10 years after the Help America Vote Act. *IEEE Security and Privacy*, 10(5), 50–52. <https://doi.org/10.1109/MSP.2012.116>
14. Téllez Valdés, Julio. El voto electrónico. Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación, 2010. 59 pp. (Serie Temas Selectos de Derecho Electoral; 14). ISBN 978-607-708-003-9
15. Consejo Estatal Electoral de Sonora, (2010), *Urna electrónica, Yo ciudadano*, no. 20. p. 6-19 Recuperado el 28 de agosto de 2017, de URL: https://www.ieesonora.org.mx/comunicacion/yo_ciudadano/revistas/YoCiudadano20.pdf
16. Bray, T., Paoli, J., Sperberg-McQueen, C. M., Maler, E., & Yergeau, F. (1997). Extensible markup language (XML). *World Wide Web Journal*, 2(4), 27-66.
17. Boneh, D., (1999)., “Twenty Years of Attacks Against the RSA Crypto-system”, *Notices of the American Mathematics Society*, Vol 5, no.2, 1999.
18. Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *Management Information Systems Quarterly*, 13(3), 319–340. doi:10.2307/249008.

Sistema de Monitoreo de Variables Físicas mediante Comunicación Inalámbrica

Cristhian J. Axel Campos Ante, Erica Cecilia Ruiz Ibarra, Adolfo Espinoza Ruiz, Joaquín Cortez González, Ricardo Solis Granados

Instituto Tecnológico de Sonora, Dirección de Ingeniería y Tecnología,
Antonio Caso S/N. Col Villa Itson, C.P. 85130, CD. Obregón, Sonora, México.
axelcampos93@gmail.com, erica.ruiz@itson.edu.mx,
adolfo.espinoza@itson.edu.mx, joaquin.cortez@itson.edu.mx,
ricardo.solis@itson.edu.mx

Resumen. Debido a la importancia que han venido tomando los sistemas inalámbricos de sensores en la actualidad, y con el propósito de dar respuesta a las exigencias actuales referente a una red de comunicación flexible, de bajo costo, y de larga duración. En este trabajo se presenta el diseño y la implementación de un sistema de comunicación inalámbrica basada mediante el protocolo 802.15.4. El sistema implementado está conformado por sensores capaces de obtener los parámetros físicos de un medio, un procesador Arduino para la adecuación y manejo de información antes de ser transmitida, módulos Xbee que permiten la comunicación a distancia, y una interfaz mediante la cual se permite observar los parámetros físicos en un equipo de cómputo. Con esta propuesta se obtiene un monitoreo efectivo en tiempo real de un sistema, y como consecuencia mejoras económicas y en calidad.

Palabras clave: IoT, Xbee, 802.15.4, Redes inalámbricas de sensores, WSN.

1 Introducción

Uno de los aspectos de mayor importancia en el área de automatización industrial es el tema de los sensores, los cuales son capaces de obtener información de las características físicas de los sistemas, lo que permite ejecutar acciones y mantener en un ambiente adecuado los productos, asegurando su calidad y reduciendo pérdidas económicas significativas. En la actualidad existe una gran cantidad de proveedores de servicios y dispositivos de monitoreo inalámbricos efectivos, los cuales en ocasiones resultan ser inalcanzables económicamente por las pequeñas y medianas empresas en la región del sur de Sonora; por lo tanto en dichas empresas regularmente se realiza un monitoreo manual periódicamente en lapsos muy largos almacenando los datos del sistema en una bitácora lo cual resulta ser anticuado, y peligroso, ya que de esta manera no es posible ejecutar acciones correctivas oportunas, teniendo como consecuencia pérdidas económicas. Una solución para los casos anteriormente mencionados, es un sistema de monitoreo remoto versátil y de bajo costo,

Campos Ante CJA, Ruiz Ibarra EC, Espinoza Ruiz A, Cortez González J, Solis Granados R (2018) Sistema de Monitoreo de Variables Físicas mediante Comunicación Inalámbrica. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):102-112

capaz de medir variables físicas y transmitir los datos de manera inalámbrica, con la finalidad de hacer más eficientes los procesos industriales y así reducir costos. Este sistema brindará una mayor estabilidad económica para las industrias, ya que se reducirán los gastos de pérdidas de producción, que son afectados por el cambio de diferentes parámetros físicos no deseados, como la temperatura, porcentaje de humedad relativa, porcentaje de luminosidad, o posible riesgo de fuga de gas. Por otra parte se permitirá un análisis histórico del ambiente relacionado con los productos, dado a que su información estará almacenada en un computador, así mismo se reducirán costos de personal y posibles riesgos de accidentes de personal al estar presentes en ambientes inadecuados para su integridad física.

2 Estado del arte

Debido al desarrollo e innovación de nuevas tecnologías, la automatización de procesos industriales se ha beneficiado considerablemente, ya que gracias a la implementación de sistemas modernos tanto de comunicación como de procesamiento, es posible implementar procesos de producción eficientes, seguros y competitivos. En esta sección se presentan algunos trabajos relacionados con las aplicaciones de redes de sensores inalámbricos.

En el año 2003 la Universidad de Carnegie Mellon desarrolló una red de sensores para facilitar las operaciones en un vivero, obteniendo mediante sensores la temperatura y la humedad relativa tanto del aire como del suelo, y con base en las mediciones accionando actuadores para perturbar el ambiente con la finalidad de tener un medio controlado. [1]

En Brasil, Torre-Neto et al, presenta el diseño de una red de sensores inalámbricos para la irrigación en cultivos críticos. El sistema se desarrolló en seis hectáreas con el objetivo de evaluarlo en condiciones de campo. Los nodos sensores se encuentran separados una distancia de 50 m. Se utilizaron nueve nodos sensores, que constan de un sensor de temperatura LM35 y uno capacitivo para medir la humedad del suelo, todo procesado por un microcontrolador PIC16F88 de Microchip, enviando datos cada 15 minutos. [2]

Anurag et al. [3], presentan el diseño de una red de sensores inalámbricos para agricultura de precisión, donde se miden y almacenan en un repositorio central los datos en tiempo real de las propiedades climatológicas y algunas ambientales. La arquitectura del sistema está compuesta de tres secciones diferentes - (a) los nodos sensores (b) la red inalámbrica tipo mesh y (c) los componentes actuadores. Los sensores fueron seleccionados con base en las propiedades adecuadas para la mayoría de cultivos comunes y se identificaron cuatro de esos atributos: pH, conductividad eléctrica, temperatura y humedad del suelo. La red de sensores se basa en el estándar IEEE 802.15.4.

Existen varias tecnologías para la transmisión inalámbrica de la información. Entre las más importantes se pueden mencionar ZigBee, Bluetooth y WiFi, entre otras. Cuando lo que se necesita es enviar una gran cantidad de información, la alternativa es WiFi o Bluetooth. Sin embargo, cuando la velocidad de transmisión requerida es baja, y lo que se busca es reducir costos y consumo energético, la alternativa adecuada es ZigBee [4]. De hecho, cada vez son más frecuentes los diseños de redes inalámbricas de sensores basadas en el empleo de ZigBee [5].

En [6] se realiza una investigación detallada acerca del comportamiento de las WSN en donde describe una metodología utilizada para el diseño de una red de sensores para la agricultura, la cual consta de 6 etapas: ambiente físico, sensor, procesado en campo, comunicación, computación en laboratorio y base de datos.

Terzis et al. [7], presentan el desarrollo e implementación de dos redes experimentales para el monitoreo del suelo en bosques urbanos, en Baltimore, MD, USA. Los nodos de estas redes usan un MicaZ de Crossbow, para recolectar los datos de temperatura y humedad del suelo, almacenándolos en una memoria local. Posteriormente, los datos sin procesar son recuperados incrementalmente por un nodo sensor Gateway y almacenados en una base de datos. La base de datos almacenada está disponible para aplicaciones de terceros a través de varias interfaces de servidores web.

3 Metodología

En la Figura 1, se muestra el diagrama que contiene los pasos involucrados en el desarrollo de esta investigación. Este sistema está dirigido a las pequeñas y medianas empresas, específicamente al sector productivo o almacenes, sin descartar a todas aquellas interesadas en el monitoreo de variables físicas remotamente.

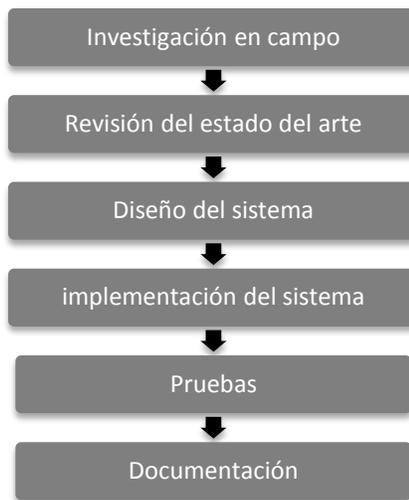


Figura 1. Método de investigación.

Primeramente se realiza una investigación de campo para identificar la problemática en distintos sectores de industria en la región del sur de Sonora, en esta etapa de la investigación es importante identificar cuales son las técnicas actuales para obtener los parámetros físicos de los sistemas, así como cuales son los parámetros de mayor uso, esto

con la finalidad de generar un sistema que sea versátil y que pueda ser utilizado por distintos tipos de industrias. Una vez definida la problemática, así como las variables físicas de mayor uso, es pertinente realizar una investigación teórica acerca del estado del arte de los sistemas inalámbricos, para identificar la tecnología adecuada que cumpla con las características deseadas. Para generar un diseño eficiente, es necesario iterar varias veces considerando cada vez todos los aspectos relevantes para el funcionamiento del sistema, este paso resulta crucial en la investigación ya que determinará el desempeño. Los pasos siguientes corresponden a la implementación y validación del sistema, en donde se debe someter el sistema a distintos ambientes para observar los resultados y con estos evaluar su desempeño.

4 Desarrollo

Con base en la investigación en campo, se seleccionaron cuatro sensores, los cuales son: temperatura (DS18B20), porcentaje de humedad relativa (808H5V5), porcentaje de iluminación (GL55) y partes por millón de presencia de gas (MQ2). Después se realizó el diseño del prototipo basado en el estándar 802.15.4 debido a su bajo consumo de energía, se y un procesador Arduino UNO ya que tiene la ventaja de ser un software libre de fácil programación además de poseer shields de montaje para Xbee. Por último se realizó una interfaz de usuario básica en Microsoft Visual Studio Express 2013, para proceder a realizar las pruebas necesarias y realizar los ajustes correspondientes.

En la Figura 2 se muestra un diagrama a bloques del sistema y posteriormente se describen las partes involucradas en el funcionamiento, así como la implementación y configuración de los dispositivos.



Figura 2. Diagrama a bloques del sistema.

4.1 Descripción del módulo de sensado

Para obtener los parámetros físicos del ambiente, se optó por montar los elementos sensores en una placa de pruebas la cual brinda flexibilidad para montar o desmontar elementos sensores, ésta se debe posicionar en la ubicación donde se desea realizar el monitoreo. En este módulo se obtienen las señales y se envían al procesador Arduino UNO de manera serial, el cual interpretará las señales obtenidas y realizará tareas de comunicación.

4.2 Procesamiento de señales

La información recibida por el módulo de sensado corresponde únicamente a diferentes niveles de voltaje, por lo tanto, es necesario interpretar esta información en datos reales por medio de software, en este caso se realizó un programa adquisidor de datos en Arduino, el cual obtiene los parámetros de los sensores periódicamente en lapsos de dos segundos, primeramente se observó su funcionamiento a través del monitor serial propio de Arduino como se muestra en la Figura 3 antes de proceder con la etapa de comunicación.

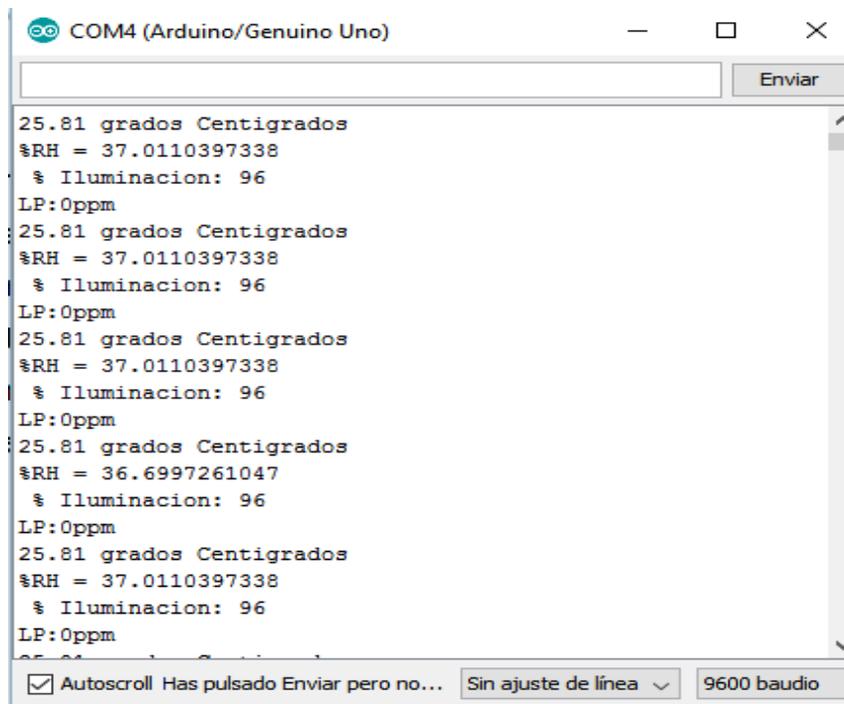


Figura 3. Monitor serial de Arduino.

4.3 Comunicación

El diseño del sistema de comunicación consiste en dos etapas:

- La etapa de transmisión, conformada por los elementos sensores, y la unidad de procesamiento en campo. Los primeros montados en una placa de desarrollo se encargan de obtener la información directamente del ambiente y transmitirla a la unidad de procesamiento, la cual se encarga de coordinar la información recibida, interpretarla y enviarla en forma de radiofrecuencia a través del módulo Xbee transmisor.
- En la etapa de recepción, se realiza la interacción entre el módulo Xbee receptor y la computadora en laboratorio, el primero recibe la información la cual se encuentra encriptada en paquetes de bits y la transmite al software encargado de realizar la interpretación y el despliegue de los parámetros recibidos.

En la Figura 4 se observa la manera en la cual se efectúa la comunicación inalámbrica.

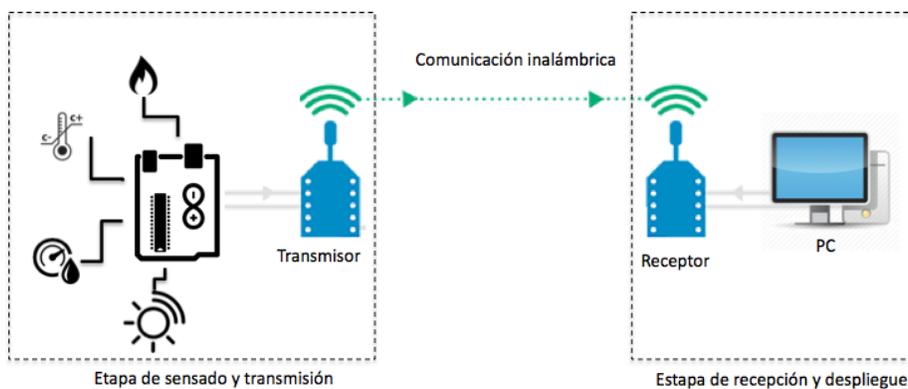


Figura 4. Sistema de comunicación inalámbrica.

4.3.1 Configuración módulos Xbee

Para llevar a cabo las configuraciones necesarias para comunicar los módulos, se empleó una tarjeta de desarrollo especial con conexión vía USB, la cual requiere del driver "FT232R USB UART", para convertir el puerto USB a serial. Una vez comunicada con la computadora a través de la tarjeta de desarrollo se leyeron y configuraron los módulos Xbee por separado, mediante el software X-CTU.

En la Figura 5 se muestra la interfaz del programa X-CTU, al momento de detectar un dispositivo Xbee, en un puerto USB.

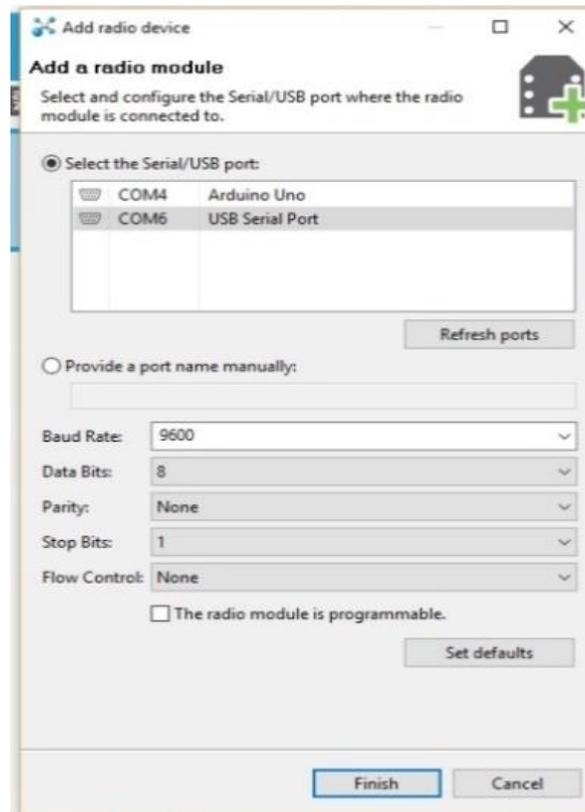


Figura 5. Interfaz del programa X-CTU.

Después de que los módulos fueron detectados con éxito se procedió a configurarlos para que estos pudieran establecer una comunicación por medio de una WPAN (red de área personal inalámbrica), como solo se requería de una comunicación punto a punto se utilizó un módulo coordinador y un módulo enrutador en modo AT, esto significa que los datos se envían de bit a bit, en la cual ambos módulos se encuentran en la misma PAN ID llamada 9032, una PAN ID (red de área personal) sirve para personalizar la red en donde los módulos se encontraran transmitiendo y recibiendo datos, pudiendo tener una gran cantidad de dispositivos trabajando en un mismo espacio con diferente PAN ID, lo cual garantiza la comunicación efectiva sin interferencia.

En la Figura 6 se muestra la configuración del módulo Xbee enrutador en el cual destacan los valores, PAN ID, DH (Destination Address High), DL (Destination Address Low), y MY (16-bit Source Address) los cuales corresponden al área de personal de trabajo donde funcionara, y la función que realizara este dispositivo dentro de esa área, además se debe especificar la velocidad en baudios deseada, en este caso fue de 9600 baudios.

Networking & Security
Modify networking settings

CH Channel	C
ID PAN ID	9032
DH Destination Address High	0
DL Destination Address Low	1
MY 16-bit Source Address	0
SH Serial Number High	13A200
SL Serial Number Low	40D53296
MM MAC Mode	802.15.4 + MaxStream header w/ACKS [0]
RR XBee Retries	0
RN Random Delay Slots	0
NT Node Discover Time	19 x 100 ms
NO Node Discover Options	0
CE Coordinator Enable	End Device [0]

Figura 6. Configuración módulo Xbee enrutador.

Al momento de configurar el modulo receptor, Es importante que esta etapa esté configurada en sincronía con la etapa de transmisión de datos para que exista comunicación. En la Figura 7 se muestra la configuración del módulo Xbee receptor donde se observa que deben de estar conectados en el mismo canal de trabajo para que se conecte en la misma dirección y trabajar a la misma velocidad en baudios, una vez configurado el módulo Xbee de modo de transmisión trabajara automáticamente en cuanto reciba el primer dato.

Product family: XB24 Function set: XBEE 802.15.4 Firmware version: 10ee

Networking & Security
Modify networking settings

CH Channel	C
ID PAN ID	9032
DH Destination Address High	0
DL Destination Address Low	0
MY 16-bit Source Address	1
SH Serial Number High	13A200
SL Serial Number Low	40D53296
MM MAC Mode	802.15.4 + MaxStream header w/ACKS [0]
RR XBee Retries	0
RN Random Delay Slots	0
NT Node Discover Time	19 x 100 ms
NO Node Discover Options	0
CE Coordinator Enable	End Device [0]

Figura 7. Configuración módulo Xbee Receptor.

Para la decodificación de los paquetes de datos obtenidos a través del puerto serial, se diseñó una plataforma de prueba de monitoreo, basada en el software Visual Estudio Express 2013, la cual permite observar el comportamiento real de las variables físicas del sistema, mediante una aplicación de escritorio en una computadora.

En general, además del diseño, el código desarrollado consiste en 3 partes primordiales para el funcionamiento adecuado con el dispositivo receptor de información a través del puerto serial, sobre las cuales se hará una descripción breve.

4.4 Plataforma de prueba de monitoreo

Para la decodificación de los paquetes de datos obtenidos a través del puerto serial, se diseñó una plataforma de prueba de monitoreo, la cual permite observar el comportamiento real de las variables físicas del sistema, mediante una aplicación de escritorio.

En general, además del diseño, el código desarrollado consiste en 3 partes primordiales para el funcionamiento adecuado con el dispositivo receptor de información a través del puerto serial. Primeramente es necesario realizar la programación para buscar y enlistar los puertos disponibles conectados en el computador, para seleccionar el adecuado y poder conectar, posteriormente para garantizar la comunicación efectiva entre la aplicación y el dispositivo receptor de información, se realizó la configuración de los parámetros de trabajo entre el puerto serial y la aplicación, hasta este momento se tiene a disposición la serie de datos codificada en paquetes de 16 bits, por último para la decodificación de datos se utilizó una técnica de separación de caracteres mediante una función llamada Split, para el almacenamiento de los valores de los datos, en su respectiva variable y proceder a realizar el diseño visual.

5 Resultados

En esta parte se realizaron diversas pruebas de funcionamiento sometiendo la placa de prueba a distintos escenarios para observar el comportamiento general de todo el sistema trabajando en conjunto y se realizaron los ajustes correspondientes de calibración de los sensores, por medio de software, comparando los resultados obtenidos por la plataforma, con los datos arrojados de distintos patrones no estandarizados.

En la Figura 8 se muestra el diseño de la interfaz la cual consiste en 4 columnas donde los datos se van actualizando y enlistando automáticamente, un seleccionador para elegir el puerto correspondiente y un indicador de estado. Además se puede observar la respuesta del sistema a distintas perturbaciones a las que fue sometida en ese instante, cambios en la columna de iluminación por ejemplo, donde en la primer medición tiene un valor muy alto y posteriormente disminuye hasta llegar a cero, de igual manera en la columna donde se despliega el porcentaje de partes por millón de gas inicia en un valor muy bajo y detecta rápidamente niveles muy altos, en este punto es importante señalar que las unidades no

fueron normalizadas con un patrón estándar de referencia, lo cual es necesario realizar al momento de aplicarse en un entorno industrial.

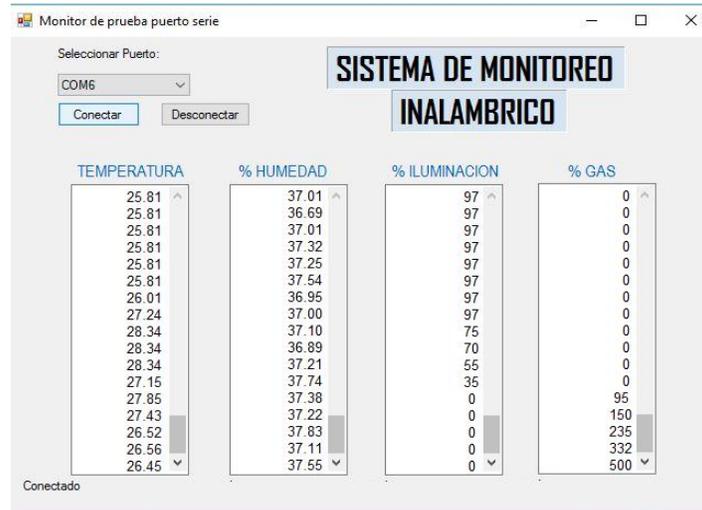


Figura 8. Interfaz del sistema de monitoreo inalámbrico.

6 Conclusiones

Este trabajo se realizó integrando distintas tecnologías de electrónica, comunicación y programación, obteniendo un dispositivo funcional con un consumo mínimo de energía. De los resultados podemos inferir que es posible la implementación de un sistema de monitoreo inalámbrico de bajo costo, ya que si bien las cantidades mostradas en la interfaz no se encuentran normalizadas por un patrón de estandarización, estas brindan información sumamente útil la cual puede ser utilizada para diferentes fines, por ejemplo en el caso del sensado de presencia de gas, basta con detectar una posible fuga para activar una alarma sin la necesidad de conocer la cantidad exacta de dicho combustible. Las limitantes principales de este sistema están descritas por las características de los sensores utilizados, ya que cada sensor individualmente tiene sus rangos de medición descritos en las hojas de datos del fabricante. Debido a que este proyecto solo se trata de un prototipo funcional se seleccionaron los sensores de acuerdo a la accesibilidad en costo, sin prestar tanta importancia a características específicas, ya que no fue probado en escenarios muy extremos. A futuro, es posible adaptar este sistema a una gran variedad de necesidades, pudiendo mejorar en calidad este prototipo, ya que es posible mejorar la calidad de los sensores, así como intercambiar o eliminar algunos para mejorar sus características, o extender la red, realizando las modificaciones correspondientes.

Referencias

1. P. Alvarado, A. González, and L. Villaseñor.: Propuesta de aplicación de redes de sensores en el modelado de cultivos protegidos y en campo. Inst. Tec. Costa Rica p. 6, 2008.
2. Torre-Neto, R.A. Ferrarezi, D.E. Razera, E. Speranza, W.C.Lopes, T. Lima, L.M. Rabello, and C.M.P. Vaz.: Wireless sensor network for variable rate irrigation in citrus. In: Fruit, nut and vegetable production engineering symposium, 7th-information & technology for sustainable fruit & vegetable production, volume 7, pages 563–569, 2005.
3. D. Anurag, S. Roy, S. Bandyopadhyay, and I. Kolkata.: Agrosense precision agriculture using sensor-based wireless mesh networks. In: Innovations in NGN Future Network and Services, 2008. K-INGN 2008. First ITU-T Kaleidoscope Academic Conference, pages 383–388.
4. Almalkawi, I. et al.: Wireless Multimedia Sensor Networks: Current Trends and Future Directions. In: Sensors, pages 6667-6668, July 2010.
5. Zhang, Q. et al.: A wireless solution for greenhouse monitoring and control system based on ZigBee technology. In: Journal of Zhejiang University, page 1585, July 2007.
6. Diana Milena Archila Córdoba, Frey Alfonso Santamaría Buitrago.: Estado del arte de las redes de sensores Inalámbricos. In: Revista digital TIA, diciembre 2013.
7. Terzis, R. Musaloiu-E, J. Cogan, K. Szlavecz, A. Szalay, J. Gray, S. Ozer, C.J. Liang, J. Gupchup, and R. Burns.: Wireless sensor networks for soil science. In: International Journal of Sensor Networks, 7(1), 53–70, October 2010.

Diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones en una planta de alimento para cerdo

Carlos Eduardo Ramos-Solis¹, Ramón René Palacio-Cinco²,
José Leonel López-Robles², Mario Alberto Nuñez-Luna².

¹ Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Náinari,
Av Antonio Caso 2266, Colonia Villa ITSON, 85137 Cd Obregón, Sonora, México.
cramossolis91@gmail.com

² Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa,
Ramón Corona S/N, Colonia ITSON, CP. 85860, Navojoa Sonora, México.

[{ramon.palacio, jose.lopezr, mario.nunez} @itson.edu.mx](mailto:{ramon.palacio, jose.lopezr, mario.nunez}@itson.edu.mx)

Resumen. Con el propósito de apoyar al buen funcionamiento y monitoreo de la producción de alimentos para cerdo, se diseñaron distintos indicadores de desempeño en los procesos involucrados en la planta de alimentos donde se realizó la investigación. El objetivo del presente artículo es ofrecer una descripción sobre las actividades y herramientas utilizadas en el diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones mediante la revisión y documentación de la realización correcta de los procesos. Por lo cual se describen textualmente sus casos de uso y se brindan distintas recomendaciones para el mayor aprovechamiento de dichos indicadores y obtener mejores resultados que los que se tienen en la actualidad.

Palabras clave: Procesos, Indicadores, Indicadores de desempeño, Producción de alimentos, Toma de decisiones.

1 Introducción.

La porcicultura en México es una de las principales actividades económicas del subsector pecuario, el consumo de la carne de cerdo ocupa el tercer lugar a nivel nacional y representa la actividad productiva con mayor captación de la producción de granos forrajeros. Existen cerca de un millón de unidades de producción porcina, con una piara de más de 16.2 millones de cabezas. Alrededor de 2 millones de familias dependen de esta actividad, la

Ramos-Solis CE, Palacio-Cinco RR, López-Robles JL, Nuñez-Luna MA (2018) Diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones en una planta de alimento para cerdo. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):113-120

Diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones en una planta de alimento para cerdo

cual genera 350,000 empleos directos y más de 1.7 millones de indirectos, siendo Jalisco y Sonora las principales entidades productoras de carne de cerdo, al participar con 18.9 y 17% de la oferta nacional en el 2014, respectivamente. Le siguen en orden de importancia Puebla (12.3%), Veracruz (9.2%), Yucatán (8.6%), Guanajuato (8.3%) y Michoacán (3.2%) [6].

México se ubica como el quinto país proveedor de carne de cerdo a Japón, dentro de una lista de 20 países, gracias a la participación de empresas productoras, particularmente de los estados de Sonora y Yucatán. México logró colocarse en el lugar número cinco dentro de la lista de exportadores de dicho producto hacia Japón; con una participación del 3.9 por ciento en el mercado japonés. En México la carne de cerdo se mantuvo como el principal productor agropecuario de exportación hacia Japón durante 2006, con 177.4 millones de dólares [7].

Para producir alimento de calidad es importante considerar los siguientes factores que afecten su calidad e inocuidad y por ende en los rendimientos productivos de los cerdos, por lo que, es importante tener en consideración los factores de calidad de la materia prima, así como la formulación del alimento, la manufactura del alimento y el manejo del alimento terminado. Todo esto con el fin de prevenir cualquier tipo de contaminación en los alimentos y tener la seguridad razonable de que el alimento está procesado adecuadamente [16]. Por lo tanto, documentar un proceso es vital para un sistema de gestión de calidad, sin embargo, muchas veces se observan procesos deficientemente documentados, es por ello que para poder lograr una documentación certera de un proceso este debe de estar basado en las normas del ISO 9001 y cumplir con todos sus requisitos [19].

Lo que lleva a plantear la siguiente pregunta:

- ¿Cómo se puede realizar el diseño y la medición de indicadores en el desempeño de los procesos de una planta de producción de alimentos para cerdo?

Una manera adecuada para abordar esta pregunta es mediante la aplicación de un sistema de gestión de calidad, ya que éste sustenta la eficacia y la mejora continua de los procesos. Es importante mencionar que el levantamiento del proceso se debe realizar con el personal a cargo del mismo, esto para llevar de una manera más detallada lo que se está documentando, ya que esta persona está más apegada a la operación del mismo; además, para obtener un producto de mayor calidad, este debe de cumplir con todos los requerimientos de la fórmula especificada, es de mucha importancia el desempeño del personal ya que sin ello las actividades del proceso no se llevarían a cabo correctamente. Si no se cuenta con indicadores que muestren el nivel de desempeño del personal a cargo de la producción del alimento para cerdo, no existe la forma de cómo medir o corroborar si las actividades se están realizando de manera correcta y de esta manera tomar las decisiones adecuadas que benefician a la organización, así como también el desarrollo de un buen alimento elaborado de la manera más eficiente y óptima de acuerdo a los requerimientos del cliente.

Por lo anterior, el objetivo principal de esta investigación es diseñar indicadores clave de desempeño para la toma de decisiones en una planta de producción de alimentos para cerdo mediante la revisión y documentación de la realización correcta de sus procesos.

Al realizar la documentación de procesos es más fácil encontrar los indicadores que ayudarán a la toma de decisiones y base en estos se diseñarán dichos indicadores que sean de ayuda en la organización para medir la capacidad y el desempeño de los trabajadores. Es por ello que es necesario un análisis de proceso que describa los distintos tipos de pasos que se asocian a un proceso en particular, identifica los pasos que le agregan valor (es decir, trabajo) y los que no lo hacen (desperdicio), por lo que es preciso recordar que la clave de la reingeniería de procesos es eliminar o reducir al mínimo el desperdicio del proceso [10]. Para esto, se requiere el mapeo de procesos para describir sus actividades y que de esta manera todos entiendan lo mismo [2].

2 Metodología.

En esta sección se presentan el sujeto de estudio y el procedimiento que fueron necesarios para llevar a cabo este estudio.

Para la realización de este estudio se tenía como reto la identificación de los indicadores de desempeño claves, por lo que se tuvo que desarrollar un taller de creatividad e innovación, con el cual fue posible encontrar los indicadores de los procesos, pues se promovió la estimulación del pensamiento creativo de los involucrados, siendo estos los que propusieron estrategias de solución a las problemáticas encontradas [1].

2.1 Participantes.

El estudio se desarrolló en una empresa productora de alimento para cerdo ubicada en Navojoa, Sonora, en la cual se trabajó en el área de control administrativo y producción, cuentan con un total de doce trabajadores en su totalidad hombres, de 30-35 años en promedio, de los cuales correspondían a las áreas de control administrativo, pruebas de calidad, descarga y producción, dichos procesos con los que se realizó la investigación.

2.2 Procedimiento.

1. Revisión bibliográfica: se buscaron artículos de relevancia para la investigación, para fundamentar el trabajo a realizar, así como conocer más a fondo acerca de la organización y las actividades que realizan.
2. Entendimiento de procesos: se realizaron visitas a la planta de alimentos para observar las actividades que realizan los empleados tanto de almacenamiento de producción en los cuales se pudo conocer de manera más específica la forma en que realizan sus procesos.
3. Documentación de procesos: se documentó de manera específica cada uno de los procesos de la organización con el fin de tener una evidencia física de cómo se deben de realizar las actividades dentro de la planta de alimentos.

4. Aplicación del taller de innovación: se llevó a cabo un taller para desarrollar el pensamiento creativo de los trabajadores de la planta de alimentos con el fin de obtener información sobre indicadores de desempeño que generen mayor valor en la organización, así como desarrollar propuestas para la mejora de sus procesos.
5. Diseño de indicadores: con base a los resultados obtenidos en el taller de innovación impartido en la planta de alimentos se diseñaron algunos indicadores de desempeño claves para la toma de decisiones.

3 Resultados.

En este apartado se presentan y discuten los resultados de este estudio, conforme al objetivo del estudio. Aunque la mayoría de las empresas tienen establecidos un sistema de indicadores, no todas los manejan de manera correcta, primeramente, con la identificación de los procesos, se identificaron todas las actividades de los procesos que se llevan a cabo en la organización, y se lograron identificar posibles indicadores de gestión mediante los análisis previos con ayuda de diagramas del proceso (ver Figura 1).

Lo que se encontró fueron 3 grandes procesos, los cuales se describen a continuación:

1. **Almacenamiento.** En este proceso se recibe la materia prima y se realizan las pruebas de calidad correspondientes para aprobar su entrada a la planta, después se coloca el camión en la báscula para realizar el pesado del mismo, luego se pasa al área de descarga donde se procede a bajar el producto recibido para su envío a molienda.
2. **Producción.** Aquí la materia prima(grano) se introduce al molino para su molienda y dar comienzo al proceso, una vez molida la materia prima se realiza el mezclado1 o pre-mezcla en donde se hacen los micro-pesados tanto de minerales, medicamentos y demás ingredientes que requiera la formula, después viene el mezclado general donde se adhieren los aceites, pastas y el premezclado a una mezcladora grande para así concluir con la realización del alimento, por último se procede a enviar el alimento terminado por el elevador hacia las tolvas de producto terminado.
3. **Logística de salida.** En este proceso ya con las tolvas llenas de alimento, se coloca el camión estratégicamente en la zona de carga para su llenado y una vez concluido esto se procede a dar salida al camión para concluir con el envío de pedido.

El análisis de los procesos facilitó la identificación de indicadores importantes para medir el desempeño de las diferentes actividades que se llevan a cabo en cada proceso. Es por ello que se considera que la selección de los indicadores fue una etapa importante dentro de esta investigación, pues estos surgieron del análisis de los procesos, la facilidad en la toma de información y lo más importante, que les permitan a los directivos a reconocer e identificar fallas en los procesos para tomar decisiones. Para hacer un adecuado diseño y selección de indicadores que realmente ofrezcan una mejora, es necesario que estos sean construidos como punto de partida la operatividad de los mismos y parámetros reales.

Los indicadores generados durante el taller de innovación fueron 25 indicadores, de los cuales los que se consideraron como indicadores claves fueron 4 (ver Figura 1), los cuales se describen a continuación:

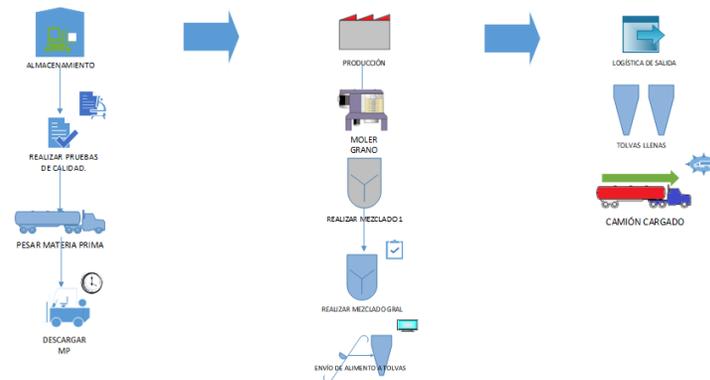


Fig. 1. Diagrama General de la empresa (elaboración propia).

Tabla 1. *Indicador de calidad de materia prima:* Este indicador arroja como resultado una serie de factores que influyen en la calidad de la producción del alimento, ya que se ve afectada la mano de obra y los procesos operativos como parte de la producción, lo que se vería afectado el producto terminado. Este indicador surge por la necesidad de no contar con un registro confiable de la materia prima que ingresa a la planta y su importancia radica en que la realización y medición de estas no aseguran una mejor calidad del producto a recibir por lo que conlleva a obtener un alimento de mejor calidad e inocuidad.

Tabla 1. Descripción del indicador de calidad de materia prima (elaboración propia).

Indicador	Medición	Impacto	Plazo	Toma decisión
Humedad Taninos Grano dañado Impurezas	Medir por porcentajes los indicadores mencionados para conocer la calidad de los mismos.	Conocer el status de la materia prima recibida y poder tomar acciones correctivas en caso de ser necesario.	Corto.	Gerente y Encargado de planta.

Tabla 2. *Indicador de tiempo de descarga de materia prima:* Este indicador surge por la necesidad de que no existe una estandarización del tiempo de las descargas, lo cual puede retrasar el tiempo de descarga y su importancia radica en que se obtendría un parámetro de

Diseño de indicadores de desempeño para la toma de decisiones en una planta de alimento para cerdo

desempeño de los colaboradores, así como la información necesaria para futuras capacitaciones en la organización.

Tabla. 2. Descripción del indicador de descarga de materia prima (elaboración propia).

Indicador.	Medición.	Impacto.	Plazo.	Toma decisión.
Tiempo de descarga.	Estandarizar los tiempos de descarga de los camiones con grano.	Tener registros y parámetros de duración en las diferentes descargas para futuras revisiones o capacitaciones de nuevo personal.	Corto.	Encargado de planta

Tabla 3. *Indicador de tiempo de mezclado:* Este indicador debe ser medido ya que existe la posibilidad de realizar mezclas incorrectas y esto puede afectar la fórmula que esté en producción y su importancia radica en que con ello la empresa asegura la obtención de la mezcla correcta.

Tabla. 3. Descripción del indicador de tiempo de mezclado (elaboración propia).

Indicador.	Medición.	Impacto.	Plazo.	Toma decisión.
Tiempo mezclado.	Timer de 3 min por mezclado	Tener registros fiables de que se cumple con el tiempo exacto de mezclado.	Corto.	Encargado de planta

Tabla 4. *Indicador del status de las tolvas:* Este indicador surge por la necesidad de que no se conoce el contenido en las tolvas y se corre el riesgo de mezclar alimentos dentro de ellas y su importancia radica en que con ello se logrará disminuir los errores de llenado de tolvas con producto terminado.

Tabla. 4. Descripción del indicador del status de las tolvas (elaboración propia).

Indicador.	Medición.	Impacto.	Plazo.	Toma decisión.
Status tolvas.	Cantidad de alimento dentro de las tolvas	Disminuir errores en el llenado de las tolvas y evitar posible combinación de alimento	Corto.	Gerente y Encargado de planta.

4 Conclusiones

A través del análisis de procesos que proporcionaron el conocimiento para conocer el funcionamiento actual de la empresa, y fue mediante el uso del taller de innovación como se logra alcanzar el objetivo principal de este estudio, pues dicho taller fungió como un generador de indicadores que el mismo personal propuso como utilizarlos y como medirlos, pues el personal estaba consciente que son una mejor manera para lograr obtener mejores resultados en las actividades que realizan día con día, así como evaluaciones al personal sobre su desempeño logrando una mejora continua.

Los indicadores encontrados en cada uno de los procesos son totalmente medibles y entendibles para el personal, esto facilita su uso y medición, lo que llevó a obtener una gran satisfacción por parte de los colaboradores. Tener una manera de medir las actividades realizadas permite conocer el nivel de eficiencia en el trabajo, pero también permite evidenciar las cosas en las que no se opera correctamente, lo cual conduce a crear estrategias más adaptables para solventar deficiencias en el trabajo.

En cuanto al indicador de *calidad de materia prima* fue considerado como clave porque un descuido en este aspecto implica generación de hongos que afectan al producto final (alimento), lo que conlleva a posibles enfermedades del animal. Con las mediciones de este indicador es posible detectar que cantidad de materia prima se recibe en buen estado, con excelente calidad y que cantidad de ella no cumple con el mínimo de calidad requerido, y con base a estos resultados se podrán llevar a cabo estrategias en la negociación con los proveedores, puesto que se tendría evidencia con la cual sustentar el porqué de una posible acción correctiva para evitar recibir materia prima que no cumpla con la calidad necesaria.

El indicador *tiempo de descarga de materia prima* fue considerado importante porque está latente el riesgo de retrasar la producción por no contar con materia prima disponible. Con las mediciones de dicho indicador es posible identificar cuanto es el tiempo que se demora el colaborador en realizar la descarga de los distintos granos que se reciben y con ello contar con un estándar de tiempo para realizar las descargas de materia prima.

En cuanto al indicador del *tiempo de mezclado*, este indicador fue considerado debido a que es posible que la mezcla no se realice correctamente y los ingredientes no queden mezclados homogéneamente, lo que afectaría la fórmula realizada y al animal, que no obtendría en un cien por ciento todos los nutrientes necesarios para su crecimiento.

El indicador del *status de las tolvas*, es importante medirlo, pues existe un alto riesgo de que se cometan errores al momento de su llenado, pues es posible no tener conocimiento de la cantidad de alimento contenida en cada una de ellas. Con las mediciones es posible reducir los errores y además con esto lograr una mayor eficiencia al realizar este proceso.

Como trabajo futuro se pretende realizar el seguimiento pertinente para la medición de los indicadores diseñados, para garantizar el buen funcionamiento de sus procesos, así mismo proporcionar capacitación constante a su personal para lograr explotar mejor las habilidades dentro de sus actividades, reuniones periódicas para mostrar los resultados que se vayan obteniendo y con ello generar propuestas de mejora, así como el rediseño de objetivos para poder cumplir con las mejoras propuestas.

Referencias.

1. Arraut, L.: Elementos claves para generar la capacidad emprendedora para el desarrollo de organizaciones innovadoras. Colombia (2010)
2. Carrasco, J.B.: Gestión de Procesos. EVOLUCIÓN, Santiago de Chile (2009)
3. García, J. J., Marín, J. A.: Facilitadores y barreras para la sostenibilidad de la mejora continua: un estudio en proveedores del automóvil de la Comunidad Valenciana. (2009).

4. Gómez, G., Rebollar, S., Hernández-Martínez, J., Guzmán, E.: Efecto de los aranceles en la competitividad de la porcicultura mexicana. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 537-542 (2011)
5. Henao, S. M. (s.f.). *Procesos de Producción de Alimentos Balanceados*. Facultad de Ciencias Administrativas Agropecuarias, Caldas, Antioquia.
6. Hernández NC *Perspectivas de la porcicultura mexicana*. *El Economista*, pág. 1 (2016)
7. Universo Porcino, obtenido de: www.aacporcinos.com, http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/internacionales_mexico_quinto_proveedor_de_carne_de_cerdo_a_japon_y_tambien_podra_exportar_carne_de_%20cerdo_a_chi_na.html
8. Londoño, M. M.: *Documentación de procesos, procedimientos y funciones para el Liceo Taller San Miguel (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial. Ingeniería Industrial) (2015)*.
9. Maldonado, J. Á.: *Gestión de Procesos*. EUMED, Málaga (2011).
10. Martínez, I., Val, D., Tzintzun, R., Conejo, J. D. J., Tena, M. J.: Competitividad privada, costos de producción y análisis del punto de equilibrio de unidades representativas de producción porcina. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 6(2), 193-205 (2015)
11. MARZANO, I., LÓPEZ, X., GONZÁLEZ, C.: *Metodología de la mejora continua en el proceso de electrospinning*. Técnica, 31.
12. Mesias, O.: *La investigación cualitativa* (2004)
13. Miyasaka, A. S.: *Nutrición Animal*, Trillas, México (2007).
14. Obando, J. D., Sánchez, J. C., Arango, G., Sahara, A., Rodríguez, D.F.: *Rediseño de la línea de producción actual para la fabricación de una nueva referencia de alimento balanceado para porcinos* (2018).
15. Pinelli, A., Acedo, E., Hernández, J., Belmar, R., Beltrán, A.: *Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas*. SENASICA, Hermosillo, Sonora, México, 3-4. (2004)
16. SAGARPA. (3 de noviembre de 2017). [sagarpa.com](http://www.sagarpa.com). Obtenido de [sagarpa.com](http://www.sagarpa.com): http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC_003_62_03.aspx
17. Velasco, J. A.: *Gestión por procesos*. ESIC EDITORIAL Madrid (2012).
18. Velásquez, F. A. (19 de octubre de 2011). Centro de Gestión Empresarial. Obtenido de Centro de Gestión Empresarial: <http://iso9001-calidad-total.com/como-documentar-un-proceso/>

Diseño e Implementación de un Taller de Innovación para Despertar la Creatividad en una Empresa de Control de Plagas del Sur de Sonora

Ramón Antonio Valle-Morales^{1*}, Luis Alberto Díaz-Vargas¹,
Gilda María Martínez-Solano¹, Jorge Guadalupe Mendoza-León²

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Náinari,
Av. Antonio Caso 2266, Col. Itson, CP. 85137, Ciudad Obregón, Sonora, México.
ramonvallem@gmail.com, luisalbertodiaz06@gmail.com, gilda.martinez@itson.edu.mx

²Instituto Tecnológico de Sonora, Campus Navojoa,
Ramón Corona S/N, Colonia ITSON, CP. 85860, Navojoa, Sonora, México.
jorge.mendoza@itson.edu.mx

Resumen. En el presente artículo se da a conocer el diseño e implementación de un taller de innovación que permita despertar la creatividad en una empresa del giro de servicios de control de plagas ubicada en el Sur de Sonora. Se muestra el diseño del plan elaborado e implementado, el cual fue impartido a cinco participantes haciendo uso de actividades que permitieron desarrollar y despertar su pensamiento creativo e innovador. Los resultados obtenidos fueron en primer lugar la generación de un ambiente de confianza entre los participantes, además de lograr la comprensión y el análisis del concepto de Cultura de Innovación, identificación de participantes con potencial innovador, así como la creación de ideas creativas para generar la cultura de innovación en la empresa. Por último, se desarrolló portafolio de proyectos y diagrama de prioridad basado en el impacto que estos tienen para la empresa.

Palabras clave: innovación, creatividad, implementación, breakupbrain, brainwriting

1 Introducción

La importancia de los talleres trae consigo múltiples beneficios para las organizaciones, siendo esta un semillero de ideas innovadoras generadoras de una mayor competitividad. El autor Lundvall (1994) menciona que: “La innovación es un proceso acumulativo por partida doble”. Por un lado, es evidente que hasta el cambio técnico más radical combina elementos del conocimiento desarrollados mucho tiempo atrás. En ese sentido, es razonable concebir las innovaciones como sinónimos de "nuevas combinaciones" [1].

Valle-Morales RA, Díaz-Vargas LA, Martínez-Solano GM, Mendoza-León JG (2018) Diseño e Implementación de un Taller de Innovación para Despertar la Creatividad en una Empresa de Control de Plagas del Sur de Sonora. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):121-129

innovación específica resulta de combinar de manera distinta los conocimientos actuales con la ayuda de muchas personas.

La innovación es una forma de pensar, una mentalidad reinante en los miembros de una organización que hace que ésta se coloque a la cabeza de sus competidores. Es posible proporcionarla en las organizaciones gracias a la “manipulación” de la cultura, en el entendido de que la innovación es: “...una actitud penetrante, un sentimiento, un estado emocional, un compromiso continuo con lo novedoso, un conjunto de valores que obliga a ver más allá del presente y convertir esta visión en realidad” [2]. La creatividad induce a utilizar habilidades o técnicas distintas a las empleadas en la resolución de problemas cotidianos; la persona creativa muestra una fuerte tendencia a la originalidad. Por consiguiente si se quiere gente creativa en las organizaciones se debe ser tolerante y flexible; aceptar la participación y las nuevas ideas; estar abiertos a la experiencia, las concepciones y percepciones; mostrar una actitud informal hacia las ideas. Obviamente, esto no quiere decir que todo líder organizacional deba poseer todas estas actitudes, pero sí, al menos, algunas de ellas [3].

2 Marco teórico

Para desarrollar e implementar el Taller de Innovación existen una variedad de herramientas estratégicas que permiten desarrollar actividades para la generación de ideas innovadoras haciendo uso de la creatividad. Para el desarrollo e implementación del Taller de Innovación se llevó a cabo la actividad Despertando la creatividad a través del uso de cartas de lotería para atender la problemática empresarial y convertirla en una estrategia a corto plazo. Así mismo, se llevó a cabo la actividad Mi Facebook Manual la cual consiste en una técnica individual para que los participantes realicen su presentación personal haciendo uso de la creatividad. Por último, se desarrolló la actividad del Método 635, siendo esta una técnica grupal de generación de ideas, en la que las ideas solo se presentan por escrito. Su título viene, de que seis personas se reúnen en torno a una mesa y escriben tres ideas para resolver un problema durante cinco minutos cada vez.

2.1 Descripción del método

Para definir el método ideal para desarrollar el taller de innovación se tomó como referencia la metodología definida por Arguelles (2007), en donde se plantea una metodología para diagnosticar y diseñar estructuras organizacionales, a través de un diagnóstico de la situación actual, así como un diseño y validación de un modelo de referencia [4]. Esta metodología es considerada la más adecuada porque permite establecer las fases y actividades necesarias para elaborar las actividades del taller de innovación. A partir del método de referencia se adaptó el método propuesto para desarrollar el taller de innovación, el cual se presenta en la Figura 1.



Figura 1. Fases del método propuesto. Tomado y adaptado de (Arguelles, 2007).

2.2 Descripción de fases del método propuesto.

A continuación, se realiza la descripción de cada una de las fases del método propuesto.

Fase 01 Diseñar Taller de Innovación. Esta fase consiste en elaborar el plan de sesión para impartir el taller de innovación.

Fase 02 Implementar Taller de Innovación. Fase que consiste en impartir el taller de la empresa de acuerdo al plan de sesión elaborado haciendo uso de las herramientas de creatividad.

Fase 03 Analizar las ideas obtenidas del Taller de Innovación. Realizar un análisis de las ideas proporcionadas por los participantes durante la implementación del taller.

Fase 04 Seleccionar y ponderar las ideas de Innovación. Realizar selección de las ideas y ordenarlas en relación a su alineación con los objetivos estratégicos de innovación de la empresa.

Fase 05 Elaborar portafolio de Proyectos de Innovación. Una vez realizada la ponderación de las ideas, se elaborará portafolio de proyectos innovadores de acuerdo a la ponderación realizada en la fase 04.

Fase 06 Gestionar el tiempo de los Proyectos de Innovación. Establecer un cronograma para el desarrollo e implementación de los proyectos establecidos en el portafolio de proyectos.

3 Resultados

Se describen a continuación las actividades y resultados obtenidos en cada fase del método propuesto.

Fase 01 Diseñar Taller de Innovación.

Se realizó plan de sesión que se muestra en la Tabla 1 para la impartición del taller de innovación, el cual contiene los siguientes elementos: Momentos de la sesión, actividades

Diseño e Implementación de un Taller de Innovación para Despertar la Creatividad en una Empresa de Control de Plagas del Sur de Sonora

del instructor, actividades del participante, estrategia o técnica, material de apoyo y duración de cada actividad.

Tabla 2. Plan de sesión (elaboración propia).

Momento	Actividades Instructor	Actividades Participante	Estrategia / técnica	Material de apoyo	Duración
Encuadre	Se presentará frente al grupo. Bienvenida al taller.	Prestará atención.	Presentación Objetivo: Presentarse frente al grupo para que los participantes los conozcan.	Cañón, PC, memoria USB, presentación en Power Point.	10 minutos
	Expondrá los objetivos del taller. Posteriormente presentará las reglas del taller. Por último, realizará una comparación entre empresas innovadoras y no innovadoras.	Los participantes prestarán atención.	Técnica: Expositiva. Objetivo: Que el participante conozca objetivo y reglas el taller. Desarrollo: Exponer objetivos y reglas. Cierre: Dar a conocer la importancia de los elementos expuestos.	Cañón, PC, memoria USB, presentación Power Point.	10 minutos
Desarrollo	Entregará hojas blancas y lápices. Mencionará las instrucciones para la actividad 1 Cartas WakeUpBrain. Indicará a dos participantes que seleccionen una carta. Pedirá a los participantes que escriban semejanzas entre las cartas.	Prestará atención a las indicaciones. Seguirá las instrucciones de la actividad y participará elaborando sus semejanzas respetando siempre las ideas de sus compañeros.	Técnica grupal	Cañón, PC, memoria USB, presentación Power Point, hojas blancas, lápices.	20 minutos
	Entregará hojas blancas, lápices, plumas, marcadores y cinta adhesiva. Mencionará las instrucciones para la actividad 2 Mi Facebook Manual. Indicará a los participantes que se presenten haciendo uso de su Facebook Manual.	Prestará atención a las indicaciones. Realizará la actividad Mi Facebook Manual en 5 minutos. Se presentará ante los participantes.	Técnica individual	Cañón, PC, memoria USB, presentación Power Point, hojas blancas, lápices, plumas, marcadores, cinta adhesiva.	30 minutos
	Proporcionará hojas blancas y plumas para la realización de la actividad. Brindará instrucciones para que los participantes utilicen el Método 635 adaptado. Dará conclusión de la actividad mencionando la importancia de aplicar las estrategias en la vida cotidiana.	Prestará atención a las indicaciones. Realizará la actividad correspondiente escribiendo 3 ideas en 5 minutos sobre una creativa.	Técnica grupal	Cañón, PC, memoria USB, presentación Power Point, hojas blancas, plumas.	30 minutos
Cierre	Mencionará el resumen general del taller, y preguntará a los participantes si el taller cumplió con sus expectativas y objetivos. Brindará ejemplos de acciones que promuevan la continuidad del aprendizaje como lo son tomar talleres similares. Preguntará al grupo ¿Cómo se sienten? ¿Qué les pareció? ¿Qué aspectos retomarán para aplicarlo? Por último dará las gracias a los participantes.	Prestará atención y participará respondido a las preguntas.	Técnica grupal de cierre	Cañón, PC, memoria USB, presentación Power Point.	20 minutos

Fase 02 Implementar Taller de Innovación.

Para el desarrollo e implementación del Taller de Innovación se realizaron las actividades: Despertando la creatividad, mi Facebook manual y la aplicación del método 635.

Actividad 1: Despertando la creatividad

Objetivo: Permite la aplicación de técnicas de creatividad y procesos de innovación en la búsqueda de nuevos productos haciendo uso de cartas de lotería. La Ilustración 1 muestra evidencia del desarrollo de esta actividad.

Número de participantes: 5

Material de apoyo: cartas de lotería, post it, plumas.



Ilustración 2. Actividad Despertando la creatividad (elaboración propia).

Actividad 2: Mi Facebook Manual.

Objetivo: Ofrecer una forma nueva de presentarse a los demás y al mismo tiempo empezar a calentar el cerebro para construir relaciones entre conceptos.

La técnica se adaptó para que los participantes despertaran su creatividad al desarrollar un Facebook de manera manual. La Ilustración 2 muestra evidencia del desarrollo de esta actividad.

Número de participantes: 5

Material de apoyo: hojas blancas, marcadores, plumas, cinta adhesiva, lápices.



Ilustración 3. Actividad 2: Mi Facebook Manual (elaboración propia).

Diseño e Implementación de un Taller de Innovación para Despertar la Creatividad en una Empresa de Control de Plagas del Sur de Sonora

El Método 635 se adaptó a 535, debido a que solo se contaban con cinco participantes. Objetivo: Establecer un contexto y objetivos que permitan recolectar datos para generar ideas que permitan desarrollar una mejora continua en la empresa. La Ilustración 3 muestra evidencia del desarrollo de esta actividad.

Número de participantes: 5
Material de apoyo: hojas blancas, plumas, marcadores.

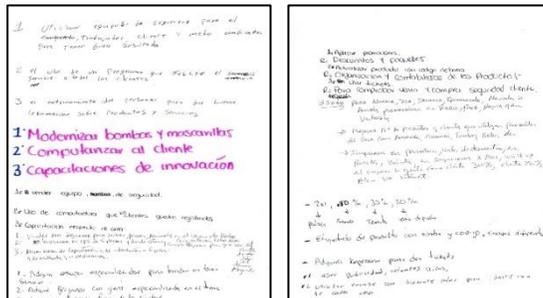
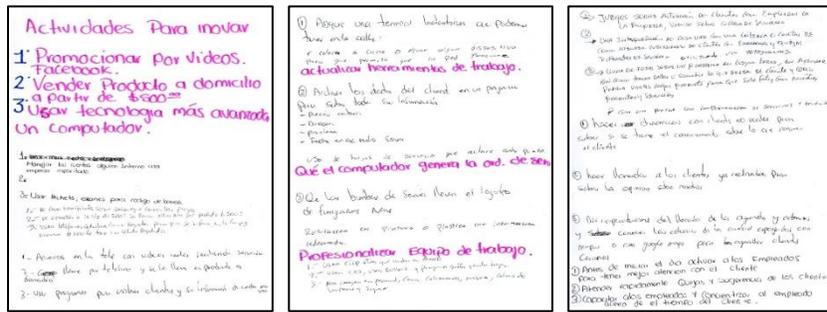


Ilustración 5. Actividad 3: Método 635 (elaboración propia).

Fase 03 Analizar las ideas obtenidas del Taller de Innovación.

A continuación, la tabla 2 muestra las ideas de innovación y sugerencias para cada una de las ideas que se recopilamos durante el taller de innovación.

Tabla 3. Ideas y sugerencias de innovación (elaboración propia).

No.	Idea de innovación	Sugerencias para la idea de innovación
11	Utilizar equipos de seguridad para el trabajador, cliente y medio ambiente para tener buen resultado.	S1 Modernizar bombas. S2 Vender equipo de seguridad. S3 Vender más seguridad para niños, perros, animales en el veneno de ratas. S4 Adquirir equipos especializados para brindar un buen servicio.

12	El uso de un programa que facilite el servicio a todos los clientes.	S5 Computarizar al cliente. S6 Uso de computadora que los clientes queden registrados. S7 Localizador de GPS de empleados, donde está y cuándo llegará. S8 Adquirir programas con gente especializada en el tema.
13	El entrenamiento del personal para dar buena información sobre productos y servicios.	S9 Capacitaciones de innovación. S10 Capacitación respecto al área. S11 Mirar videos de capacitación y de introducción de empresa y de materiales que utilizamos. S12 Ir a capacitaciones fuera de la ciudad.
14	Aplicar promociones, descuentos y paquetes.	S13 Para mañana, día, semana, quincenales, menudeo o anuales. S14 2X1, 10% servicio, 30% termita, 20% venta de producto. S15 Hacer publicidad, volantes, rifas.
15	Actualizar producto con código de barra (organización y contabilidad de los productos).	S16 Mejorar número de productos y clientes que utilizan productos de casa como aromas, escobas, etc. S17 Etiquetado de producto con nombre y código, envases diferentes. S18 Utilizar envase con diferente color para identificar cada producto.
16	Usar tickets para comprobar venta y compra al cliente.	S19 Imprimir en periódicos vales de descuento, en revistas, volante en organización, redes sociales. S20 Adquirir impresora para dar tickets.
17	Adquirir una terminal inalámbrica que podamos traer en calle.	S21 Colocar en carro o llevar algún dispositivo para que permita que la red funcione. S22 Actualizar herramientas de trabajo. S23 Usar Clip que venden en Oxxo.
18	Archivar los datos del cliente en un programa para saber toda su información.	S24 Uso de hojas de servicio que aclare cada punto. S25 Que el computador genere la orden de servicio. S26 Usar CRD, Outlook, y programas gratis entre otras.
19	Que las bombas de servicio lleven el logotipo de fumigaciones nava.	S27 Profesionalizar equipo de trabajo. S28 Rotulación en pintura o plástico con información adecuada. S29 Más imagen en personal, carros, calcomanías, música, colores de uniformes y empresa.
I10	Promocionar por videos, Facebook.	S30 Manejar las cuentas (alguien interno a la empresa capacitado). S31 De casos horripilantes sobre daños que causan las plagas. S32 Anuncios en la tele con videos reales realizando el servicio.
I11	Vender producto a domicilio a partir de \$500.00.	S33 De ofertar a la 1/2 de \$500.00 se llevan otro más por pedido \$500.00. S34 Llame por teléfono y se le lleva el producto a domicilio
I12	Usar tecnología más avanzada (un computador).	S35 Usar tickets, escáner para código de barras. S36 Usar teléfonos como regalo para que se rifen en la compra número 100, le toca un celular regalado. S37 Usar programas para ordenar clientes y su información de cada año.
I13	Juegos de activación a clientes con empleados de la empresa.	S38 Hacer dinámicas con clientes no reales para saber si se tiene conocimiento de sus necesidades. S39 Antes de iniciar el día activar a los empleados para tener mejor atención con el cliente.
I14	Interpretación de cada uno de cómo atender necesidades.	S40 Hacer llamadas a los clientes ya relacionados para saber la opinión sobre nosotros. S41 Atender rápidamente quejas y sugerencias de los clientes.
I15	Lluvia de ideas para dar solución a solicitudes de los clientes.	S42 Dar capacitaciones del llenado de la agenda y órdenes, y conocer las colonias de la ciudad apoyados en mapas o con google maps para agendar clientes cercanos. S43 Capacitar a los empleados y concientizar al empleado acerca del tiempo del cliente. S44 Tomar bien datos y checar tiempos para los servicios.

Fase 04 Seleccionar y ponderar las ideas de Innovación.

Se realizó la selección de las ideas de innovación, así como una ponderación de 0 a 5, en donde 0 significa que la idea no es viable para la empresa y el valor 5 representa una idea viable para la empresa. La tabla 3 muestra las ideas de innovación de mayor a menor ponderación.

Diseño e Implementación de un Taller de Innovación para Despertar la Creatividad en una Empresa de Control de Plagas del Sur de Sonora

Tabla 4. Ponderación de ideas innovadoras (elaboración propia.)

No.	Idea de innovación	Ponderación 0 - 5
12	El uso de un programa que facilite el servicio a todos los clientes.	5
13	El entrenamiento del personal para dar buena información sobre productos y servicios.	5
18	Archivar los datos del cliente en un programa para saber toda su información.	5
112	Usar tecnología más avanzada (un computador).	5
113	Juegos de activación a clientes con empleados de la empresa.	5
114	Interpretación de cada uno de cómo atender necesidades.	5
115	Lluvia de ideas para dar solución a solicitudes de los clientes.	5
14	Aplicar promociones, descuentos y paquetes.	3
15	Actualizar producto con código de barra (organización y contabilidad de los productos).	3
16	Usar tickets para comprobar venta y compra al cliente.	3
17	Adquirir una terminal inalámbrica que podamos traer en calle.	3
11	Utilizar equipos de seguridad para el trabajador, cliente y medio ambiente para tener buen resultado.	2
19	Que las bombas de servicio lleven el logotipo de fumigaciones nava.	1
110	Promocionar por videos, Facebook.	1
111	Vender producto a domicilio a partir de \$500.00.	1

Fase 05 Elaborar portafolio de Proyectos de Innovación.

A continuación, la tabla 4 muestra portafolio de proyectos de innovación que podrían servir de pioneros en la empresa de acuerdo a la ponderación de ideas realizada en la Fase 04.

Tabla 5. Portafolio de proyectos innovadores (elaboración propia).

Proyecto	Descripción	Objetivo
PI1. Creación del área de gestión de la innovación.	Consiste en definir misión, visión, procesos estratégicos, operativos y de apoyo, así como la estructura funcional del área de gestión de la innovación.	Promover actitudes positivas hacia el cambio y sus implicaciones. Crear espacios para identificar, valorar, sistematizar, aplicar y difundir las experiencias novedosas que contribuyan a la solución de problemas.
PI2. Fomentando la cultura de innovación.	Fomentar la cultura de innovación a través del desarrollo de habilidades creativas, resolución de problemas e inclusión de personal en la participación de actividades.	Que Fumigaciones Nava cuenta con cultura de innovación, para que la empresa identifique su potencial y logre beneficiarse del mismo.
PI3. Sistema de información.	Implementación de un sistema de información en el área de administración.	Mejorar el servicio al cliente a través de la reducción del tiempo de búsqueda de información del cliente para mejorar la calidad de atención al cliente.

Fase 06 Gestionar el tiempo de los Proyectos de Innovación.

Para ejecutar los proyectos la tabla 5 muestra un diagrama de prioridad basado en el impacto que estos tienen. El criterio para ordenar y seleccionar los proyectos se basa en que la empresa actualmente no cuenta con un área de gestión de innovación que permita fomentar la cultura de innovación en la empresa. El tercer proyecto ha sido expresado como una necesidad durante la implementación del taller.

Tabla 6. Diagrama para gestionar la implementación de proyectos (elaboración propia).

Proyecto	Año 2018				Año 2019			
	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
PI1. Creación del área de gestión de la innovación.								
PI2. Fomentando la cultura de innovación.								
PI3. Sistema de información.								

4 Conclusiones

La obtención de ideas innovadoras en tiempo, permiten a las empresas la reducción de costos, así como generación de grandes utilidades. Además de que permite a los colaboradores sentirse no sólo más productivos, eficientes y proactivos sino también más felices, así como ser más flexibles de pensamiento, estar abiertos a la crítica, al miedo a equivocarse y a pensar en múltiples soluciones para una problemática en concreto. Hoy en día es tan necesario fomentar la cultura de innovación para sobresalir de forma competitiva, además de agregar valor. Al implementar este tipo de talleres se produce un comportamiento intrínseco de motivación, integración, autoestima y colaboración entre los individuos, y se logran identificar oportunidades y soluciones en donde antes se veían obstáculos y barreras.

5 Recomendaciones

Se recomienda continuar con la realización de talleres de innovación para mejorar las condiciones laborales y el entorno organizacional en la empresa de control de plagas del sur de Sonora para lograr cumplir sus objetivos a corto, mediano y largo plazo. Así también se recomienda desarrollar e implementar los proyectos propuestos ya que estos permitirían a la empresa crear y fomentar la cultura de innovación.

Referencias

1. Lundvall, B. A., Johnson, B. Sistemas nacionales de innovación y aprendizaje institucional. Comercio exterior (1994).
2. Thomas D. Innovación. Estrategias de liderazgo para mercados de alta competencia. Colombia (1997).
3. Araujo L. La cultura organizacional innovadora desde una perspectiva valorativa. Visión Gerencial. Venezuela (2010).
4. Argüelles G. O., Una metodología para el diagnóstico y diseño de una estructura organizacional. México (2007)

Gestión del Conocimiento Basado en Geo-posicionamiento

José Luis Ochoa-Hernández¹, Mario Barceló-Valenzuela¹,
Raquel Torres-Peralta¹, Manuel Celestino Aguilar-Osuna¹,

¹Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial,
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
joseluis.ochoa; mbarcelo; rtorres {@industrial.uson.mx}
maguilar@grupoalta.com

Resumen. El Geo-posicionamiento se usa para ubicar a una persona o una cosa sobre la superficie terrestre especificando su latitud y longitud, se puede aplicar en el sector servicios en combinación con la mercadotecnia. Esta combinación se explota de manera muy limitada, un ejemplo de su uso se tiene en Google Maps, que muestra los negocios registrados en su plataforma para poder ver su ubicación y algo de información adicional. El trabajo propuesto presenta una herramienta que ayuda a identificar a los negocios registrados de una nueva manera, empleando información básica como: ubicación del negocio y posición del usuario. Se desarrolló un módulo que procesa las distancias entre estos y otro que gestiona la información adicional que se propone: precio, calidad, horario, servicio, distancia, etc. Con los cuales se generará conocimiento para ofrecer un mejor servicio al usuario. Como resultado se tienen un prototipo de la herramienta y la aceptación local en Hermosillo, Sonora.

Palabras clave: Ubicación geográfica, mercadotecnia de proximidad, geo-posicionamiento, gestión del conocimiento.

1 Introducción

En épocas pasadas, pensar en tener un espacio en internet como una página web, era difícil, ya que tanto los precios (que eran y siguen siendo altos), la costumbre (que no creen lo suficiente en ella) y el manejo de la web (distribución y mercadeo web) eran restricciones y limitantes de su uso, por ello, casi ningún negocio visualizaba su negocio de forma global, aun en estos tiempos, no todos los empresarios creen que la Web les ayude a mejorar su negocio. Con el paso del tiempo, los precios han disminuido, se tiene mayor cultura en la web y están surgiendo personas gestores de las web. La tecnología se desarrolla hasta crear

Ochoa-Hernández JL, Barceló-Valenzuela M, Torres-Peralta R, Aguilar-Osuna MC (2018) Gestión del Conocimiento Basado en Geo-posicionamiento. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):130-140

páginas casi de forma automática, donde uno solo tiene que poner la información que se desee. Todo ello está empezando a generar interés en las empresas, dando así, apertura a nuevos espacios de mercado para comercializar productos o servicios y/o simplemente tener presencia en la web y darse a conocer.

Con la aparición de Google Maps [14], surgieron dos grandes características en el ambiente Web; la primera fue, que ya no era necesario ir hasta un lugar lejano para conocerlo, la segunda, el desarrollo de la herramienta Google Maps API, la cual puede ser embebida en algunos lenguajes como Java Script, HTML y PHP, permitiendo posicionar estos lugares en el mapa para poder visualizarlos en el navegador, a lo cual se llamó ubicación geográfica.

El geo-posicionamiento es un concepto similar, se usa para ubicar a una persona o una cosa sobre la superficie terrestre especificando su latitud y longitud [9], comúnmente se ha usado en la navegación terrestre, es decir, ubicar un vehículo en el mapa y poder mostrar distintas rutas de un origen a un destino [8], sin embargo, se puede aplicar en otros sectores como en [4, 10]. El sector servicios en combinación con la mercadotecnia, actualmente se está explotando de manera muy limitada, en el trabajo presentado por [9] se presenta a Google Maps y a FourSquare [13] como herramientas para realizar marketimg geolocalizado, las cuales muestran a los negocios registrados en el mapa y algo de información adicional. Por ejemplo, para el caso de Google Maps los datos mostrados son: Dirección, página web, teléfono, horario de atención, fotos y opiniones. Para el caso de FourSquare presenta: Dirección, teléfono, fotos y opiniones; adicionalmente a Google Maps información de servicios, valoraciones y filtros. El trabajo propuesto presenta una herramienta que ayuda a visualizar a los negocios registrados de una mejor forma, basándose en la ubicación del negocio y posición del usuario. Se desarrolló un módulo que procesa las distancias entre los negocios y la posición del usuario (Geo-posicionamiento), la cual ordena a los negocios de acuerdo a la distancia con respecto al punto origen, es decir, la posición del usuario. El segundo módulo (Gestión del conocimiento) maneja la información adicional que se propone como es: horario, servicio (tipos de pagos), calidad, precio y valoraciones. Al combinar y procesar este par de módulos se generará el conocimiento necesario para ofrecer un mejor servicio al usuario en el momento que lo necesite [3,12]. Y para la empresa que cuente con el servicio obtendrá como resultado una ventaja competitiva la cual fortalece las estrategias que impacten realmente a la organización [2].

2 Marco Teórico y Trabajo Previo

2.1 Mapas

Tomando en cuenta la definición de mapa presentada por [5] como: *una representación abstracta de un área específica, expresada en símbolos basados en convenciones admitidas*, la cartografía es definida por muchos como la técnica, el arte o la ciencia de

producir mapas, que son representaciones bidimensionales de la superficie terrestre, proyectada en un plano sea este de papel o en el monitor de una computadora. En este sentido se introduce el concepto de mapa digital, que son aquellos que representan información espacial contenida en un soporte digital. Existen dos clasificaciones para este tipo de mapas, la primera visualiza los mapas de tipo Vectorial y la segunda muestra las que son del tipo Raster (DRG - Digital Raster Graphics).

Los mapas del tipo Vectorial: utilizan el método de gráficos vectoriales, es decir, cada objeto del mapa (como puede ser una curva de nivel, un símbolo, texto, etc.), guarda la definición geométrica (representada mediante vectores) y atributos del objeto (como son el grosor, color, etc.) que permiten generar la figura.

Los mapas DRG según [6]: utilizan el método gráfico de mapas de bits, es decir, cada pixel del grafico está identificado como una posición y un color. Dadas estos elementos el formato vectorial es mucho mejor que el Raster.

2.2 Utilización de los Mapas Digitales

Un rasgo interesante de los mapas digitales, es que permiten situar objetos en el mapa y es posible trazar su ruta de manera automática. Lo malo es que estos mapas no se pueden obtener como en el caso de los Raster, que son construidos por personas. Si no que se necesita tenerlos en un archivo que está incluido normalmente en Software de Ingeniería Civil y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Actualmente en los SIG recae una gran importancia, el hecho de conocer la localización geográfica de objetos y acontecimientos importantes, resulta de gran utilidad a las sociedades humanas, por ejemplo preguntas como: ¿Dónde debería ubicarse un centro hospitalario para dar un buen servicio a la comunidad? ¿Cuál es el trazado óptimo para construir una carretera? ¿En qué zona deben destinarse más recursos después de una catástrofe?, etc. serían fácilmente respondidas. [1] comenta que la contribución de los SIG a la planificación del desarrollo estatal y regional se vuelven imprescindibles, sobre todo cuando los requerimientos de inversión pública son cada día mayores y los recursos disponibles son cada vez más escasos.

El verdadero valor de información geográfica (IG) recae en como a través de sus características, esta es capaz de mostrarnos la realidad geográfica de la cual, depende la mayoría de las actividades del hombre [11].

2.3 Sistemas de Información Geográfica

En [11], se menciona que según el Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis (NCGIA, por sus siglas en ingles), un SIG es un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

[7] menciona que todo SIG se compone de cinco partes fundamentales: Tecnología, Datos, Métodos, Organizaciones y Red, se comenta que el principal componente de un SIG actual es la Red, ya que sin el intercambio de información o la rápida comunicación, no es

posible trabajar. De hecho, las ventajas de las redes en el campo de los SIG son numerosas, al permitir la visualización, consulta y análisis de información espacial sin necesidad de instalar ningún software o descargar grandes cantidades de datos.

Siguiendo el criterio mencionado anteriormente para definir los SIG, se pueden extraer cinco funciones principales que se pueden realizar: 1) entrada de información, 2) alineamiento, 3) salida o representación gráfica y cartografía de la información, 4) gestión de la información espacial y 5) funciones analíticas.

2.4 Geo-posicionamiento

Para comprender mejor este concepto dadas las definiciones de Geo-posicionamiento y de los SIG, se muestra la tabla 1, donde es posible ver las diferencias.

Tabla 1. Diferencias entre un SIG y un sistema basado en Geo-posicionamiento (SGP). (Elaboración Propia)

Descripción	SGP	SIG	Ejemplo
Conocer la ubicación exacta de un objeto u elemento.	SI	SI	Vehículo o comercio
Dirección de ruta	SI	NO	Ruta de un cliente al comercio
Velocidad	SI	NO	Diferentes tipos de ruta, peatonal, en coche, moto, etc.
Una cadena comercial, un negocio de características similares.	SI	SI	Diferentes posiciones de tiendas del sector, OXXO, AutoZone, Ferreterías.
Tiempo entre los recorridos	SI	NO	Cuanto tiempo tardo en una ruta u otra.
Cantidad de gasolina consumida.	SI	NO	Cantidad de gasolina gastada en un trayecto.
Variables de temperaturas	SI	NO	Sugerencia de negocios de acuerdo a niveles de temperatura.
Niveles geográficos de un negocio	SI	SI	Altura de un negocio con respecto al nivel del mar.

Google Maps

Google Maps es un servidor de aplicaciones de mapas en la web, proporciona un servicio de mapas al que se puede acceder desde un navegador con conexión a internet. Dependiendo de la ubicación, se podrán ver mapas básicos o personalizados e información sobre negocios locales, como su ubicación, datos de contacto y cómo llegar hasta ellos. Se puede hacer clic y arrastrar los mapas para ver las secciones adyacentes en el momento. Se pueden contemplar imágenes de satélite de la ubicación elegida la cual se puede ampliar y desplazar.

3 Descripción del problema

Buscar un negocio, comprar un producto o contratar un servicio hoy en día depende básicamente de los conocimientos propios y del área en donde nos ubiquemos para tomar la decisión de ir. Las tecnologías que trabajan como Google Maps abordan este problema y van más allá, creando los negocios de forma automática para ubicarlos en el mapa y estos puedan ser encontrados, fortaleciendo sus propios servicios como buscador. Así existen negocios no ubicados y para muchas personas inexistentes.

La situación actual que tienen las pequeñas, medianas e incluso para las grandes empresas con respecto al Geo-posicionamiento es la siguiente:

- Los empresarios no se han preocupado por que exista una referencia geográfica en internet dentro de un mapa, por ejemplo Google Maps o FourSquare.
- No han integrado la tecnología e información geográfica básica a sus negocios.

Lo que les ocasiona que no sean visitados por los clientes y que estén perdiendo la ventaja competitiva relacionada con el marketing empresarial georreferenciado que pudieran tener.

La situación actual que tienen los usuarios, es la siguiente:

- No se cuenta con toda la información básica de los negocios a la mano como por ejemplo, la dirección, el horario de atención, si acepta pagos con tarjeta, si esta surtido, si tiene calidad, si es caro o no, la distancia a la que esta, la valoración por otros clientes, etc.
- Buscar un negocio, un producto o servicio con ciertas características, es difícil y muy probable que no sepa dónde encontrarlo.
- Las tecnologías actuales no cuentan con toda la información básica sobre los negocios que ayude a tomar mejores decisiones a los usuarios.
- El costo asociado que conlleva obtener un producto que se necesita se ve incrementado al desplazarse por la ciudad, al consumir tiempo, al comparar precios, etc.

Por lo que si se tuviera una herramienta inteligente que integre a todos los negocios y ayude a ubicar y disminuir los gastos asociados al producto o servicio, es lo que se propone en esta investigación.

4 Desarrollo de la Solución

En esta sección se plantea el modelo planteado para dar solución a este problema, contiene 5 etapas que son: 1) Ubicación del usuario (latitud y longitud), 2) Calculo de distancias entre el usuario y sitios propuestos, 3) Obtención de los mejores sitios en base a los parámetros iniciales, 4) Aplicación de inferencia en base a la información obtenida y 5) Recomendación visual de los mejores resultados, las cuales se encuentran agrupadas en dos grandes módulos el de Geo-posicionamiento y el de Gestión de la información. Figura 1.

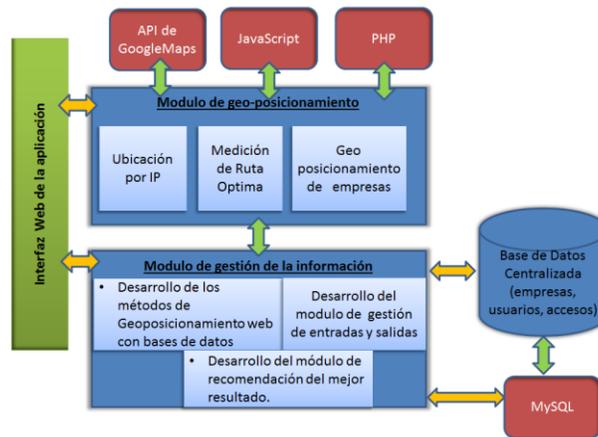


Figura 1. Arquitectura del modelo propuesto. (Elaboración propia)

4.1 Módulo de Geo-posicionamiento

El módulo de Geo-posicionamiento (Ver figura 2), fue creado para trabajar con las siguientes dos etapas:

4.2 Ubicación del usuario (latitud y longitud)

El proceso de obtención de los mejores resultados depende inicialmente de obtener la ubicación del usuario, para ello se proponen dos opciones, la primera y más sencilla es que el usuario permita a la herramienta posicionarlo de forma automática en el mapa, la segunda, es la opción manual, que consiste en que él usuario elija la posición que desea reflejar en el mapa.

4.3 Calculo de distancias entre el usuario y sitios propuestos

Con la ubicación seleccionada, se le solicita al usuario que ingrese el sitio, negocio o servicio que desea, se ejecuta el método de selección de lugares el cual envía un parámetro de búsqueda a la base de datos para obtener los resultados por ejemplo: ferreterías, pizzerías, inmobiliarias, talleres autoeléctricos, etc. con estos resultados, se aplica el método de cálculo de distancias de los lugares obtenidos. Esta base de datos inicial es la que proporciona Google Maps.

Se definió una configuración básica que es la que se ejecuta por defecto cuando un usuario está o no registrado, es decir, se realizará una búsqueda con el parámetro de distancia (del usuario a todos los establecimientos obtenidos) y el de horario (que el establecimiento se encuentre abierto a la hora que el usuario realiza la búsqueda). De forma adicional se obtiene también el tiempo de ruta a través de una solicitud al API de Google Maps llamada *matriz de distancia*. Cuando el usuario se encuentra registrado, tiene la

opción de cambiar la configuración básica, eligiendo otros parámetros que ayudan a tomar mejores decisiones, los cuales son descritos en el siguiente módulo.



Figura 2. Módulo de Geo-posicionamiento. (Elaboración propia)

4.4 Módulo de Gestión de la Información

El módulo de Gestión de la información (ver figura 3), fue creado para trabajar con los datos del usuario para tomar decisiones de forma inteligente, está formado por 3 etapas:

4.5 Obtención de los mejores sitios en base a los parámetros iniciales

La obtención de los mejores sitios se obtienen al aplicar el siguiente algoritmo, 1) Ordenar los resultados obtenidos en la 2da etapa de menor a mayor comenzando por el parámetro de distancia, enseguida se aplica el parámetro de horario para eliminar aquellos que están cerrados en el momento de la búsqueda.

4.6 Aplicación de inferencia en base a la información obtenida

En el caso de contar con un usuario registrado y este haya configurado algunos criterios específicos adicionales, ya sea como prioritarios o deseables, por ejemplo, Servicios (pago con tarjeta, efectivo, cheque) y los realizados por el usuario como Calidad (baja, media, alta), Precio (bajos, medios, altos), Atención al cliente (mala, buena, muy buena), Surtido (bajo, medio, tiene de todo) y valoraciones (1, 2, 3, 4 o 5 estrellas), el módulo reconfigura estos criterios para ser tomados en cuenta y los clasifica según aquellos parámetros que hayan sido definidos, siempre tomando como base los parámetros (distancia y horario), enseguida los prioritarios y por último los deseables.

4.7 Recomendación visual de los mejores resultados

La parte final de este proceso es mostrar los mejores resultados alrededor del usuario, estos se presentan en un mapa que tiene gran significado y utilidad, ya que se muestra un ícono

específico para la posición del usuario y otro ícono con un contenido numérico que muestra el orden de los negocios obtenidos en base a los criterios especificados (ver figura 4). Estos resultados pueden variar según los criterios definidos y punto de origen del usuario, es decir, el mismo sitio o negocio puede ser en mostrado como el número 4, el número 10 o el número 1.



Figura 3. Módulo de Gestión de la información. (Elaboración propia)

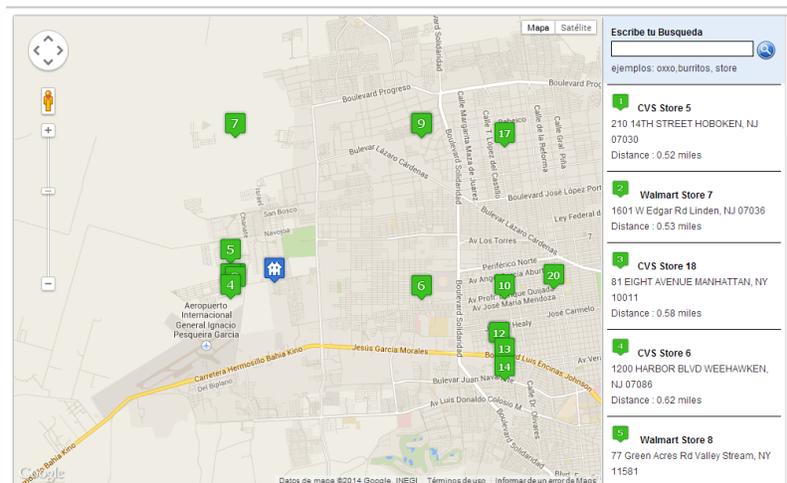


Figura 4. Negocios posicionados en base a criterios elegidos. (Elaboración propia)

5 Resultados

Con los elementos de la configuración base (distancia y horario) se realizaron consultas a la base de datos de Google Maps, la cual responde adecuadamente, sin embargo, se identificaron tres problemas principales, el primero es que no todas las empresas de esta base de datos cuentan con el parámetro de “horario” definido, el segundo es que cada empresa cuenta con diversas palabras clave por ejemplo “Ferretería”, “Tlapalería”,

“Plomería”, ambas o todas juntas, y no siempre son lo mismo, lo hacen por aparecer en el mapa independiente de la palabra clave; y tercero, en ocasiones el plural de las palabras clave afecta el resultado de la consulta, por ejemplo “Ferretería” proporciona 15 resultados y “Ferreterías” proporciona 13 resultados, en una misma zona, de los cuales 6 son diferentes a los obtenidos con la palabra clave “Ferretería”.

Los elementos adicionales que se implementan en este trabajo: precio, calidad, horario, servicio y valoraciones, dependen íntegramente de los usuarios, para este trabajo estos elementos se completaron para algunas ferreterías y los resultados fueron acorde a lo esperado, las pruebas hechas con usuarios registrados los cuales registran su perfil se llevaron a cabo adecuadamente, por ejemplo un usuario puede configurar los parámetros de Precio – “Medio”, Calidad – “Buena”, Servicio – “Pago con tarjeta”, Valoraciones – “4 estrellas” y los resultados se ordenan en primera instancia a la distancia, luego por horario, luego entra el algoritmo que aplica aquellos que cumplen con los criterios y sugiere algunos otros cercanos a los definidos.

Mediante un trabajo de exploración y aceptación de la herramienta se obtuvieron los siguientes resultados, el 80% de los usuarios cuenta con teléfono inteligente, el 82 % tiene servicio de internet móvil, el ramo empresarial que más puede verse beneficiado de estos servicios es el de Productos con 36% (venta de un producto), después el de servicios y el de alimentos ambos con 32%. La capacidad que tienen estas empresas de generar publicidad es solo del 32%, el 66% no tiene página web y por último al 32% de los usuarios les pareció “Excelente” la herramienta, al 38% “Buena”, al 22% “Regular” y al 8% “No le gusto”.

6 Conclusiones

La aplicación de la tecnología es un elemento clave en estos días, ya que se obtienen una gran cantidad de beneficios, sobretodo en el área de marketing. En este sentido, la herramienta propuesta ayuda a todas aquellas empresas que no se preocupan por usarlas, ni por estar en el mapa, Google Maps realizó el trabajo inicial y ofrece este servicio, sin embargo esta herramienta va más allá, proporcionando un servicio adicional al “básico” por nombrarlo de alguna manera, ya que puede encontrar a los negocios o servicios que se encuentran a su alrededor abiertos, con el servicio, calidad, precio, surtido y atención que está buscando sin necesidad de gastar de más en traslados no efectivos.

Como trabajo futuro, se buscará integrar la base de datos de INEGI, llamada DENUe a este sistema para obtener una mayor cantidad de negocios registrados, sin embargo, el riesgo de tener información completa de los negocios se mantiene y al mismo tiempo depender de las valoraciones de los usuarios para cada negocio sigue siendo un compromiso, que debe atacarse con un equipo de mercadotecnia.

Referencias

1. Alcantara Obregón, J.L.: Sistema de Información Cartográfica del Catastro Rústico en el Estado de Querétaro. Reunión Nacional de Geografía 2008. Consultado en junio 2018: <http://mapserver.inegi.org.mx/eventos/cng2007/cng2007/4-aplicacionrusticaymultifinalitariaconvencionnaldegeografiaeticiasgasca.pdf>
2. Barceló, V. M., Sanchez, S. G., Romero, D. L. F. & Pérez-Soltero, A.: La importancia de preservar el conocimiento en las organizaciones. *Sociedad & Conocimiento*, 12, 21-33 (2009).
3. Bencsik, A., Lire, V., Marosi, I.: From individual memory to organizational memory (intelligence of organizations), *World academy of science, Engineering and technology* (2009).
4. Calle Lamelas, J.V., García Hernández, M., García Muiña, F.: Las ciudades Patrimonio de la Humanidad ante el paradigma Smart. In *Actas del Seminario Internacional Destinos Turísticos Inteligentes: nuevos horizontes en la investigación y gestión del turismo*. pp 7-38. J. Fernando Vera-Rebollo, Josep A. Ivars-Baidal, Marco A. Celdrán Bernabeu (eds.), Alicante, España, 2017. <http://dx.doi.org/10.14198/Destinos-Turisticos-Inteligentes.2017>
5. García Soria, F.; Ruiz Prieto, P. Mapas geográficos para personas ciegas y deficientes visuales. *Integración: revista sobre discapacidad visual*. 57, 1-12 (2010). <http://www.repositoriocdpd.net:8080/handle/123456789/1884>
6. Herrero Rico. J.L.: Cartografía digital y Espeleología. *Lapiaz*, 27, pp 1-23 (2000). Federación de Espeleología de la Comunidad Valenciana.
7. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. Y Rhind, D. W. (2015). *Geographic Information Systems and Science*. 4 ed. John Wiley and Sons, Ltd.
8. Mangla, N., Sivananda, G., Kashyap, A., and Vinutha.: A GPS-GSM predicated vehicle tracking system, monitored in a mobile app based on Google Maps. *International Conference on Energy, Communication, Data Analytics and Soft Computing (ICECDS)*, pp. 2916-2919. Chennai, India (2017). doi: 10.1109/ICECDS.2017.8389989
9. Olaya, V.: *Sistemas de Información Geográfica* (2014). Consultado en: <http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>
10. Plantin, J.: Digital Traces in Context| Google Maps as Cartographic Infrastructure: From Participatory Mapmaking to Database Maintenance. *International Journal Of Communication*. 12, 489-506 (2018). Consultado en: <http://ijoc.org/index.php/ijoc/article/view/5988>
11. Sitjar i Suñer, J.: Los Sistemas de Información Geográfica al servicio de la sociedad, *Cuadernos Internacionales de tecnología para el desarrollo humano*, 1, pp.1 – 9 (2009). Consultado en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7581/08_TIG_03_sitjar.pdf?sequence=1

12. Tuzhilin, A.: Knowledge management revisited: old dogs, new tricks, ACM Transactions on Management Information Systems, 2 (3), pp. 1-11 (2011).
13. FourSquare, <https://es.foursquare.com/>
14. Google Maps, <https://www.google.com/maps/>

Análisis del comportamiento turbulento de aire en separadores mecánicos de partículas, mediante Ecuación de Reynolds y simulación por computadora

Elieel Eduardo Montijo-Valenzuela^{1,2}, Flor Ramírez-Torres¹, Aureliano Cerón-Franco¹,
Lorenzo Zambrano-Salgado¹

¹Instituto Tecnológico de Hermosillo, Departamento de Metal-Mecánica,
Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
elielmontijo@gmail.com, ramirez.flor@gmail.com,
aceronf@gmail.com

²Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio
Ambiente y Desarrollo (CIEMAD)
Laguna Ticomán, C.P. 07340 Del. Gustavo A. Madero, Ciudad de México, México.
lorenzozambrano@yahoo.com

Resumen. En la siguiente investigación se muestra el análisis de flujo turbulento de un separador mecánico de partículas (ciclón) tipo Stairmand, cuyos parámetros de operación oscilan en temperatura (T) de 500 °C, caudal (Q) de $4.1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$, velocidad en la entrada (V_i) de $24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, con una presión (P) de 92.3 kPa. La función de este separador es remover material particulado de densidad (ρ) igual a $6 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$, con tamaños de entre 5 y 10 μm . Los análisis de turbulencia se realizan teóricamente bajo la ecuación de Reynolds para fluidos compresibles (aire) en la entrada, la parte cónica inferior y la salida del ciclón. En estas mismas zonas, se realiza un análisis de simulación de fluidos por medio de ordenador. El objetivo de esta investigación es comparar los modelos teóricos de cálculos de turbulencia en ciclones, con modelos obtenidos por simulación en software.

Palabras clave: Turbulencia, Ecuación de Reynolds, simulación de fluidos, ciclón Stairmand.

1 Introducción

Los ciclones son equipos de separación entre gases y sólidos, generalmente para el tratamiento de polvos que se encuentran mezclados en flujos másicos de aire. Los ciclones tienen la función de remover material particulado en corrientes gaseosas, basándose en el principio de impacto-inercia, generado por una fuerza del tipo centrífuga [1]. Esta fuerza

Montijo-Valenzuela EE, Ramírez-Torres F, Cerón-Franco A, Zambrano-Salgado L (2018) Análisis del comportamiento turbulento de aire en separadores mecánicos de partículas, mediante Ecuación de Reynolds y simulación por computadora. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):141-149

centrífuga hace que el flujo másico se mueva en una trayectoria circular, con cambios en la velocidad y una creciente aceleración hacia el centro de la circunferencia del ciclón [2].

El funcionamiento de los ciclones, consiste en aumentar la velocidad angular del gas que se desea depurar, generalmente se realiza con la ayuda de un actuador, para generar una fuerza centrífuga (superior a la fuerza gravitacional) en las partículas de suspensión, es así como las partículas sedimentan de forma radial y se separan del flujo turbulento del aire cuando impactan con las paredes solidas del ciclón, posteriormente, el “aire limpio” es extraído del ciclón de forma vertical a través de un tubo concéntrico [3].

Juno con el aumento de la velocidad angular del flujo, la dirección de las partículas que componen al fluido también cambian, pasando a un estado de turbulencia. En este tipo de flujo, las partículas están desordenadas [4], y se genera debido a la velocidad de una corriente, sin embargo, puede ser afectado por la rugosidad en la superficie del medio de transporte, diferencias de presión, la viscosidad del flujo, etc., y es utilizada la ecuación de Reynolds para su análisis.

Los ciclones son muy utilizado en los procesos de producción industrial, sobre todo en la elaboración de alimentos, minería y construcción, ya que presenta múltiples ventajas [3-5-6], entre ellas; alta eficiencia y baja pérdida de carga, simplicidad tecnológica, robustez y versatilidad, bajo costo por mantenimiento y tecnología de operación mecánica simple. Aunque el diseño de los ciclones sea simple, la dinámica del flujo de los ciclones es compleja [7], sobre todo el modelado matemático, que involucra la solución de ecuaciones diferenciales parciales no lineales [8], sin embargo, el uso de herramientas computacionales apropiadas con métodos discretos, puede arrojar datos numéricos confiables.

La dinámica de fluidos computacionales (CFD), consiste en el análisis de sistemas relacionados con el flujo de fluidos, transferencia de calor y otros fenómenos asociados (como reacciones químicas) por medio de la simulación por computadora [9], con este método, los ciclones han sido ampliamente estudiados debido al efecto de las dimensiones geométricas y la eficiencia de recolección [10]. El objetivo de esta investigación es comparar los modelos teóricos de cálculos de turbulencia en ciclones, con modelos obtenidos por simulación en software, como una herramienta para realizar mejoras en los modelos de este tipo de tecnología a nivel industrial.

2 Marco Teórico

2.1 Ciclón tipo Stairmand

Este tipo de ciclones maneja una separación eficiente de partículas de 5 a 10 μm [11], y consta de dos partes características, una cilíndrica en la parte superior y otra en forma de cono en la parte inferior (ver figura 1). El funcionamiento es sencillo, por la entrada del ciclón, fluye aire desde la parte alta del cilindro, el cual se va moviendo en espiral a lo largo del volumen de control del ciclón, en un movimiento descendente hasta llegar a la parte inferior del cono. A partir de ese punto, el aire sube por la parte concéntrica del remolino y

es expulsado por un conducto de la parte superior. El movimiento del vórtice genera una fuerza centrífuga, que hace que las partículas mezcladas en el gas se depositen en la parte inferior del ciclón, realizando una “autolimpieza” del fluido.

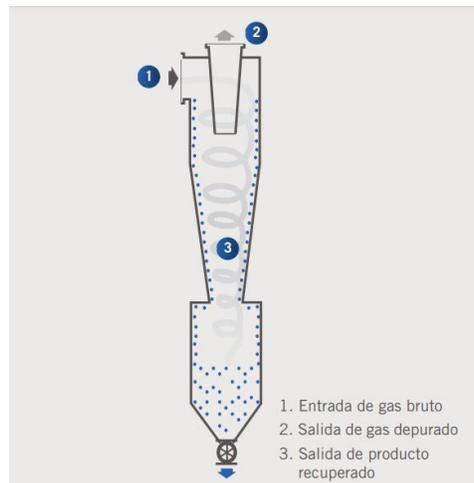


Figura 1. Ciclón Stairmand. Recuperado de [3].

2.2 Modelos primarios de turbulencia

Los flujos turbulentos (figura 3) se caracterizan por movimientos desordenados de la composición del fluido. Estos tienen lugar con la presencia de remolinos o vórtices, sin embargo, cuando estos están ausentes, el movimiento del flujo es del tipo laminar (figura 2). La fuerza de turbulencia, está asociada con la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas del fluido. Cuando las fuerzas viscosas son suficientemente grandes con respecto a las inerciales, estas son capaces de amortiguar los pequeños remolinos y el fluido tiende a ser laminar. Si por el contrario las fuerzas viscosas son pequeñas con relación a las inerciales, este proceso de amortiguación no tiene lugar y se producen remolinos tanto a pequeña escala como a escalas mayores [13], tales características fueron analizadas por Reynolds en aplicaciones relacionadas al movimiento de fluidos incompresibles en tuberías, y actualmente sus cálculos están relacionados con la ecuación que lleva su nombre:

$$Re = \frac{\rho DV}{\mu} \quad (1)$$

Re: Número de Reynolds (adimensional)

ρ : Densidad (kg/m³)

V: Velocidad (m/s)

μ : Viscosidad dinámica (N·s/m² o Pa·s)

D: Diámetro interno de la tubería (m)

En tuberías, se ha hallado experimentalmente, que para $Re < 2000$, el flujo es laminar, $Re > 3000$ el flujo es turbulento, y $2000 < Re < 3000$, el flujo es inestable [14]. Si las partículas de un fluido laminar son representadas como vectores, tendrían un comportamiento como el de las figuras 2 y 3.

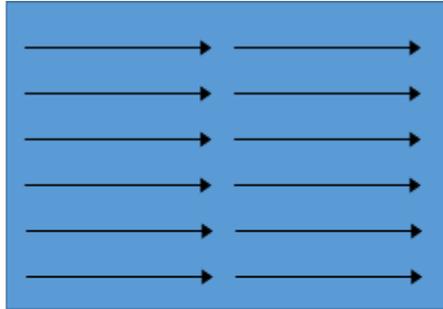


Figura 2. Flujo laminar.

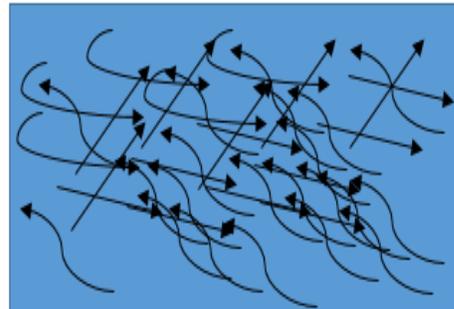


Figura 3. Flujo turbulento.

2.3 Modelos computacionales para el análisis de turbulencia

En este estudio utilizamos software comercial de simulación de fluidos, ya que son una intuitiva solución de dinámica de fluidos computacional (CFD) integrada, que permite simular de forma rápida y sencilla flujos de líquido y gas a través y alrededor de sus diseños para calcular así el rendimiento y las capacidades de un modelo [15].

2.4 Cálculo del rendimiento del ciclón; eficiencia de separación de partículas.

Para el cálculo del rendimiento del ciclón, se utilizaron las ecuaciones de velocidad equivalente (V_{eq}), velocidad de saturación (V_{sat}), tiempo de relajación (T_i), exponente de vórtice (n) y eficiencia (n_i), siguiendo la metodología empleada por [16].

$$V_{eq} = \sqrt{\frac{4(Gr)(\mu)(\rho_p - \rho)}{3\rho^3}} \quad (2)$$

$$V_{sat} = \frac{4.913(V_{eq})(K_b^{0.4})(D_c^{0.067})(\sqrt{v_i^2})}{\sqrt[3]{K_b}} \quad (3)$$

$$n = 1 - (1 - 0.67(D_c 0.14))\left(\frac{T}{283}\right)^{0.3} \quad (4)$$

$$T_i = \frac{(\rho_p)(D_p^2)}{18\mu} \quad (5)$$

$$n_i = 1 - e\left(2\left(\frac{Gr \cdot T_i \cdot Q(n+1)}{D_c^3}\right)(0.5/(n+1))\right) \quad (6)$$

Donde μ = viscosidad dinámica del aire, Gr = gravedad de la tierra, ρ_g = densidad del aire, ρ = material particulado, D_{pi} = diámetro de partícula y T = temperatura expresada en K. De [17] se obtuvieron las condiciones de μ y ρ_g , siendo $3.563 \times 10^{-5} \text{ kgm}\cdot\text{s}$ y $0.4565 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, respectivamente.

3 Descripción del problema a resolver

En la siguiente investigación se muestran los cálculos teóricos y de simulación CFD para un ciclón de alta eficiencia tipo Stairmand, para la separación de material particulado de un proceso de molienda de cal, los parámetros de operación están en condiciones de 500 °C, caudal de entrada de $4.1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$, velocidad de entrada (V_i) = $24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, presión de operación (P) = 92.3 kPa y concentración de partículas = $6 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$, de las cuales el 80% de la concentración fueron partículas de entre 5 y 10 micrómetros, y el restante, de entre 10 y 30 micrómetros.

4 Metodología

4.1 Análisis preliminar

Se analizó la problemática relacionada con un proceso de mezclado de cal, en donde la contaminación por material particulado de entre 5 y 30 micrómetros, superaba lo establecido por la NOM-025-SSA1-2014. Derivado de las condiciones de la problemática, se realizó una recopilación de las principales variables para determinar una solución óptima. Las variables registradas fueron; densidad del material particulado (ρ_{cal}) = $1100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, temperatura de operación de la mezcla aire y material particulado (T) = 500 °C, caudal de corriente de entrada (Q_i)= $4.1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$, velocidad de entrada (V_i) = $24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, presión de operación (P) = 92.3 kPa y concentración de partículas = $6 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$, de las cuales el 80% de la concentración fueron partículas de entre 5 y 10 micrómetros, y el restante, de entre 10 y 30 micrómetros. Bajo los parámetros y variables de operación, se revisó literatura para determinar la tecnología más apropiada para la captación de las partículas, y se optó por diseñar un ciclón de alta eficiencia tipo Stairmand, ya que se pueden remover partículas de 5 micras con alta eficiencia (hasta un 90%), pudiendo alcanzar un mayor rendimiento con partículas de mayor tamaño [18].

4.2 Análisis de simulación CFD

La metodología empleada para el análisis de simulación se basó en la empleada por [19] y consiste en lo siguiente; cálculos previos: formular el problema y plantear las ecuaciones que lo gobiernan, establecer las condiciones y variables de contorno, generar una malla de

volumen finito. Solución de ecuaciones: Solución numérica de las ecuaciones mediante CFD. Análisis de resultados: Los resultados obtenidos deben de coincidir con los valores de las variables de campo.

5 Resultados

La simulación dinámica de fluidos computacionales, arrojó los siguientes resultados. Las figuras 4 y 5, representan la distribución de velocidad en las diferentes partes del ciclón, se observa que el flujo desde la entrada es descendente hasta sobrepasar la zona cónica, y posteriormente cambia de dirección y se dirige hacia arriba por la parte central del vórtice, coincidente con los resultados de [8]. Se observa también en la misma figura una pérdida de velocidad del flujo de un $>11\%$, conforme el vórtice desciende hacia el cono, y posteriormente sube por la parte central. Hay una pérdida de presión que sigue el mismo patrón que la pérdida de velocidad, sin embargo, la pérdida es menor al 1% (ver figuras 6 y 7). En la figura 6, se puede apreciar que hay una mayor pérdida de presión en la parte central del ciclón.

El cuadro 1, muestra las iteraciones de la longitud de turbulencia en el eje x y el porcentaje de turbulencia por cada iteración. Se muestra en la mayoría de los gráficos un incremento en el porcentaje de las iteraciones de turbulencia. La curva azul corresponde al flujo de entrada del sistema que entra y choca con las paredes del ciclón, inicialmente el valor de turbulencia es muy alto (de 95 a 100%) en las primeras 10 iteraciones, sin embargo, conforme se mueve a lo largo del eje x, la turbulencia decrece, sobre todo, cuando el flujo alcanza la parte cónica del ciclón. A partir de la parte cónica, las líneas de flujo se dispersan de la parte concéntrica hacia el centro, formando un vórtice, las curvas representativas de estas líneas de flujo se muestran con las curvas rosa, naranja, gris y roja, donde aparece un incremento en la turbulencia a partir de la iteración 10, justamente donde empieza a decrecer el flujo de entrada, el flujo alcanza porcentajes de turbulencia de un 75 a un 93%.

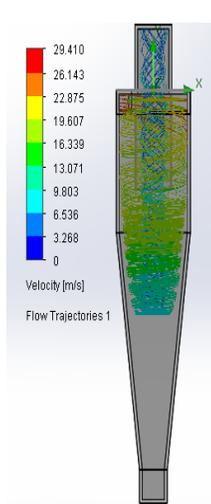


Figura 4. Distribución de la velocidad en el cuerpo del ciclón.

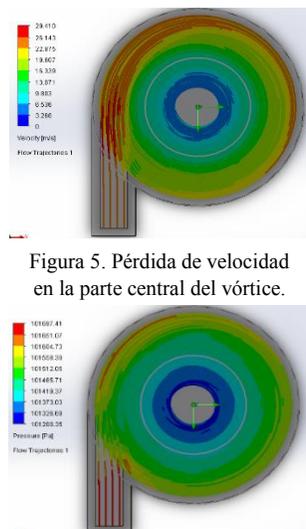


Figura 5. Pérdida de velocidad en la parte central del vórtice.

Figura 6. Pérdida de presión en la parte central del vórtice.

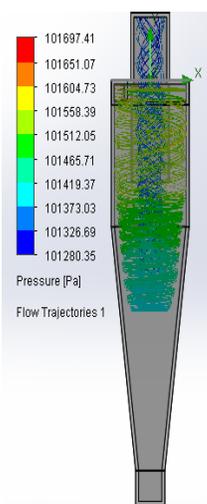
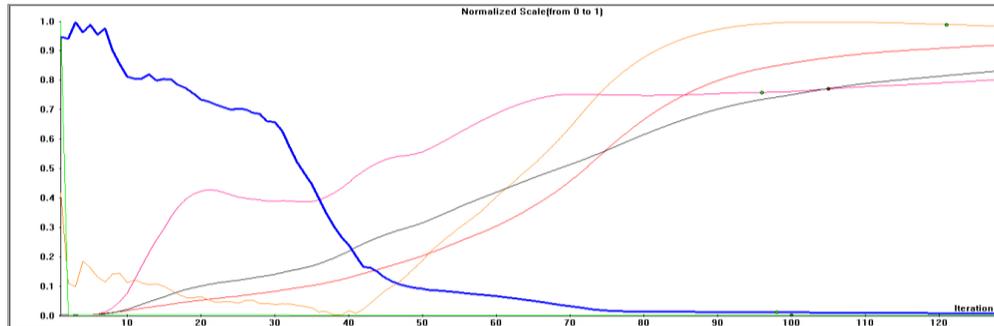


Figura 7. Distribución de la presión en el cuerpo del ciclón.



Cuadro 1. Longitud de turbulencia del proceso.

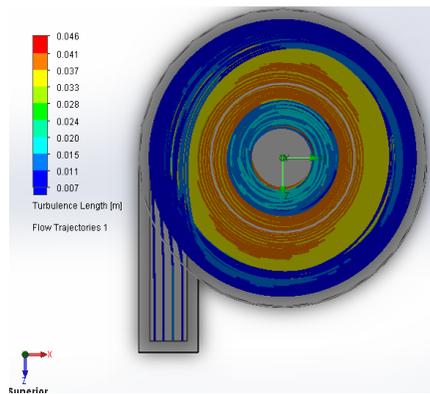


Figura 8. Distribución de la longitud de turbulencia en toda la parte radial.

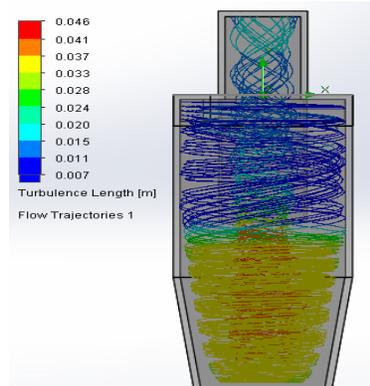


Figura 9. Distribución de la longitud de turbulencia en el cuerpo del ciclón.

La figura 8 representa la distribución de la longitud de la turbulencia en toda la parte radial, la figura 9 representa la distribución de la longitud de la turbulencia en el cuerpo del ciclón de forma descendente, con un aumento en la parte central del vórtice. Estos valores coinciden con [20], quien establece que los torbellinos más grandes se relacionan directamente con la Ecuación de Reynolds en base a las variables de velocidad y longitud, derivado de una reducción de diámetro de la sección x , se incrementa el valor de la velocidad y por lo tanto el Numero de Reynolds (ec. 1), que describe las características laminares o turbulentas de un fluido, en este sentido, a una mayor velocidad, se incrementa el Número de Reynolds, por lo tanto, el flujo tiende a ser turbulento. Los resultados de la eficiencia de colección de material particulado para el diseño propuesto se resumen en la tabla 1, en base a los resultados de las ecuaciones 2-6, del apartado 2.4.

Tabla 1. Eficiencia de colección del ciclón diseñado.

Tamaño (μm)	D_p (μm)	masa (mi)	T_i (s)	n_i	n_i^*mi (%)
5-10	7.5	80	9.656×10^{-7}	0.8370	66.96
10-30	20	20	6.866×10^{-8}	0.9230	19.46
TOTAL EFICIENCIA					86.42

6 Conclusiones

Para el diseño propuesto bajo las condiciones de la problemática que se requiere resolver, se demostró por medio de análisis de elemento finito con CFD que existen pérdidas de presión (1%) y velocidad (>11%) conforme el aire fluye hacia la parte cónica. La reducción de la presión y la velocidad en esas zonas, aumentó la distribución de la longitud de la turbulencia.

Bajo las condiciones de diseño obtenidas, se tiene un ciclón tipo Stairmand con una eficiencia empírica de colección de 86.42%, del cual el 66.96% corresponde a colección de material particulado con dimensiones de entre 5 y 10 micrómetros, y el 19.46% para material de entre 10 y 30 micrómetros.

Los modelos y análisis matemáticos para la solución de problemáticas relacionadas con la eficiencia o comportamiento de ciclones es difícil, debido al empleo de ecuaciones diferenciales parciales no lineales, sin embargo el empleo de simulación por CFD representa una buena herramienta para la predicción de modelos y comportamientos de flujos en un ciclón, sometidos a diferentes parámetros y variables de ajuste a su funcionamiento normal en la vida real.

Referencias

1. Echeverri, C.A.: Diseño óptimo de ciclones. Revista Ingenierías Universitarias de Medellín, 5 (2006).
2. T.F., Waterman, M.S.: Identification of Common Molecular Subsequences. J. Mol. Biol. 147, 195–197 (19)
3. Diccionario de ciencias, Oxford Complutense. Editorial Complutense, España (2000).
4. De Flor, R. (2018, 6 junio). Ciclones de alta eficiencia. INGETECSA, obtenido de: http://www.ingetecsa.com/files/Fichas/Ciclones_de_alta_eficiencia.pdf
5. González Rivas, MI.: Operaciones auxiliares de mantenimiento externo de aeronaves. TMVO0109. IC Editorial, (2014).
6. Imas Aeromecánica (2016, 16 marzo). Ciclones de reducción, obtenido de: <http://www.imas.it/es/ciclone/Abbattimento.asp>

7. EPA: Hoja de Datos - Tecnología de Control de Contaminantes del Aire, obtenido de: <https://www3.epa.gov/ttn/catc/dir1/fcyclons.pdf>
8. Witt, P.J., Mittoni, L.J., Wu, J. y Shepherd, I.C. Validation of a CFD model for predicting gas flow in a cyclone. Proceedings of CHEMECA99, Australia (1999).
9. Bahamón D., Quintana GC.: Simulación del patrón de flujo en fase simple para diferentes diseños de separadores ciclónicos. Revista Investigaciones Aplicadas, 9, 11-20 (2009).
10. Ast Ingeniería (2016, 24 junio). Simulación de sistemas Fluido-dinámicos mediante la aplicación del método de los volúmenes finitos. Obtenido de: <http://www.ast-ingenieria.com/capacidades-soluciones/simulacion-cfd>
11. Gamiño-Tovar MS., Castillo-Borja, F., Vázquez-Román R., Díaz-Ovalle, CO., Guzmán-Zazueta, A., Herrera-Enciso, F. Análisis del efecto geométrico de ciclones en el secado por aspersión de leche usando CFD. Avances en Ciencias e Ingeniería, 9, 11-23 (2018).
12. Jimenez, BE. La contaminación ambiental en México. Limusa, Colegio de Ingenieros Ambientales de México A.C., Instituto de Ingeniería de la UNAM y FEMISCA, (2001).
13. Poinso, T., Veynante D.: "Theoretical and Numerical Combustion",. Edwards, Philadelphia, (2005).
14. Capote, JA., Alvear A., Abreu, OV., L'azaro, M., Espina, P. Influencia del modelo de turbulencia y del refinamiento de la discretización espacial en la exactitud de las simulaciones computacionales de incendios. Rev. Int. Mét. Num. Cál. Dis. Ing. 24, 227-245 (2008).
15. Kane J., Sternheim M.: Física, Barcelona, Reverté S.A., (2007).
16. Solidworks® (2018, septiembre), obtenido de: <https://www.solidworks.com/es/product/solidworks-flow-simulation>
17. Echeverri, C. Revista Ingenierías Univeridad de Medellín, 9, 123-139 (2006).
18. Cengel, Y., Cimbala, J.: Mecánica de fluidos: Fundamentos y aplicaciones, Tabla A-9, (2006).
19. Safikhani, H.; Hajiloo, A.; Ranjbar, M. Modeling and multi- objective optimization of cyclone separators using CFD and geneticalgorithms. Comput. Chem. Eng. 35, 1064–1071, 2011.
20. Dinámica del fluido computacional (CFD). Obtenido de: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/3718/fichero/Parte+I%252FCapitulo+3.pdf>

Arquitectura Propuesta Para La Implementación De Tecnologías De La Industria 4.0 Dentro Del Proceso Minero-Metalúrgico De Molienda

Luis Alberto Hernández Díaz, Sonia Regina Meneses Mendoza, Cesar Enrique Rose Gómez, Oscar Mario Rodríguez Elías

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.

Luis_ab94@hotmail.com, so_meneses@ith.mx, omrodriguez@ith.mx, crose@ith.mx

Abstract. Actualmente, se observa en las corporaciones mineras una oportunidad de mejorar la administración, manejo y análisis de información para poder tomar decisiones eficientes, esto debido a la falta de recopilación, manejo, almacenamiento y análisis de datos por parte de las empresas mineras, por lo cual se requiere de un sistema personalizado, fiable y de fácil acceso. En este trabajo se propone una arquitectura implementando tecnologías de la industria 4.0, con la finalidad de optimizar el proceso minero-metalúrgico de molienda, a través de la creación de una plataforma como servicio en la nube y la habilitación de un sistema analizador de sonido en molinos interactuando entre ellos mediante el Internet Industrial de las Cosas.

Keywords. Industria 4.0, IIoT, Cómputo en la nube

7 Introducción

Existen dos tipos de minas, superficiales y subterráneas, ambas generalmente en zonas montañosas y de difícil acceso. Una vez dentro de mina existen procesos mineros, tal como el de molienda en plantas concentradoras que contienen una gran cantidad de maquinaria, la cual crea un ambiente peligroso para cualquier persona ajena a la operación cotidiana, actualmente ya se encuentra implementado un sistema experto que analiza los sonidos, sin embargo, se presenta la dificultad de que una persona experta se encuentre en sitio para analizar e interpretar el sonido arrojado por el mencionado sistema [1].

Es aquí en donde la tecnología de optimización de procesos disponible, así como de servicios en la nube resulta de difícil adquisición, o incluso, no existen plataformas actuales que brinden tales servicios, eso sumado a los altos costos por parte de las compañías

Hernández Díaz A, Meneses Mendoza SR, Rose Gómez CE, Rodríguez Elías OM (2018) Arquitectura Propuesta Para La Implementación De Tecnologías De La Industria 4.0 Dentro Del Proceso Minero-Metalúrgico De Molienda. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):150-155

internacionales, sus grandes tiempos de entrega, su poca flexibilidad y su alto mantenimiento.

Actualmente se observa en las corporaciones mineras una oportunidad de mejorar la administración, manejo y análisis de información para poder tomar decisiones eficientes [2].

Este proyecto se plantea, debido a la falta de recopilación, manejo, almacenamiento y análisis de datos por parte de empresas mineras. Esto es, porque la información manejada en este rubro empresarial es confidencial, lo que lleva a sus mayores preocupaciones, seguridad e integridad de datos. El usuario también requiere de un sistema personalizado, fiable y con fácil acceso.

Es por esto que se propone una arquitectura implementando tecnologías de la industria 4.0, tales como el internet industrial de las cosas y computo en la nube, con la finalidad de optimizar el proceso minero-metalúrgico de molienda, a través de la creación de una plataforma como servicio en la nube y la habilitación de un sistema analizador de sonido en molinos interactuando mediante el Internet Industrial de las Cosas. El desarrollo de esta arquitectura, ayudará a mejorar la comunicación y la comprensión de procesos metalúrgicos en plantas concentradoras, de esta manera se incrementará la eficiencia en estos procesos.

Con la finalidad de lograr el objetivo, este trabajo se organiza de la siguiente manera: marco teórico se aborda en la sección 2 mientras que el modelado de la arquitectura propuesta se expone en la sección 3. Más adelante en la sección 4 se presentan las conclusiones del trabajo.

8 Marco teórico

Se pretende desarrollar un sistema de gestión de datos de maquinaria minera dentro del proceso de molienda, mediante desarrollo de servicios del cómputo en una plataforma publica e implementando tecnologías de la industria 4.0, con la finalidad de configurar el instrumento, visualizar información relevante al molino y supervisar el funcionamiento del mismo.

2.1 Industria 4.0

El concepto Industria 4.0 (también señalado como cuarta revolución industrial, Industria inteligente o Ciberindustria del futuro) corresponde a una nueva manera de organizar los medios de producción [1]. El objetivo que pretende alcanzarse es la puesta en marcha de un gran número de fábricas inteligentes capaces de una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como a una asignación más eficiente de los recursos. Este paradigma fue impulsado mayormente por la globalización, digitalización de las cosas, personalización, logística de mercados y conectividad de componentes de software [2].

2.2 Cloud Computing

El cómputo en la nube se podría definir dependiendo del modelo de tecnología utilizada y enviada. Como infraestructura o IaaS (Infrastructure as a Service), ofreciendo bases de datos, redes, servidores y otros servicios de hardware. El cargo monetario es dependiendo del consumo de recursos. Como plataforma o PaaS (Platform as a Service), aparte de las características del modelo anterior, provee software, ambientes de programación con máquinas virtuales prediseñadas para la creación de aplicaciones. Como servicio o SaaS (Software as a Service), las aplicaciones se ejecutan en la nube, el usuario final la utiliza sin necesidad de instalar software en su computadora personal. La finalidad de estos modelos de servicio, es conectar al usuario con una red de recursos configurables computacionales de acceso rápido y con una mínima administración.

2.3 Bases de datos.

Cloud Database-as-a-Service (DBaaS) es un servicio dentro del cómputo en la nube el cual alberga bases de datos, almacenaje y recolección de datos por medio de internet son las características básicas de este servicio, el cual es ofrecido por la mayoría de las grandes compañías de este rubro. Las cuales dividen en tres grupos los diferentes tipos de bases de datos: Relacional, no relacional y una combinación de relacional con no-relacional utilizando máquinas virtuales [3].

2.4 Seguridad

La seguridad en el cómputo en la nube es muy amplia, por lo cual se debe dividir en: confianza, identificación de amenazas en cuanto a confidencialidad, de acceso a datos, privacidad, integridad de datos y disponibilidad de los mismos [4].

2.5 Internet Industrial de las Cosas

El internet de las cosas o IoT por sus siglas en inglés (Internet of Things), representa a varios dispositivos, servicios e incluso sistemas conectados mediante internet. Este concepto se define como una red única de objetos físicos identificados como cosas, estas tienen la capacidad de pensar e interactuar entre ellas y con el ambiente a su alrededor.

La transformación creada por IoT, al conectar el mundo físico de las máquinas y el mundo virtual de la información aplicado dentro del ambiente industrial se denomina como “Internet Industrial de las cosas”, IIoT por sus siglas en inglés (Industrial Internet of Things). El uso de IoT en el ambiente industrial, crea diversas soluciones, tal como el monitoreo de máquinas y herramientas. Este con el fin de determinar eficiencia, tiempo muerto y datos de operación para poder programar un mejor mantenimiento preventivo y reducir tiempos de paro [5].

9 Diseño de la Arquitectura.

Como parte del avance que se expone en este artículo, se tiene la propuesta de arquitectura de software para el sistema de gestión de datos de maquinaria minera dentro del proceso de molienda, el cual se presenta en la figura 1. Consta de cuatro capas diferentes encargadas básicamente de recolección de datos, Procesamiento y Resultado de información.

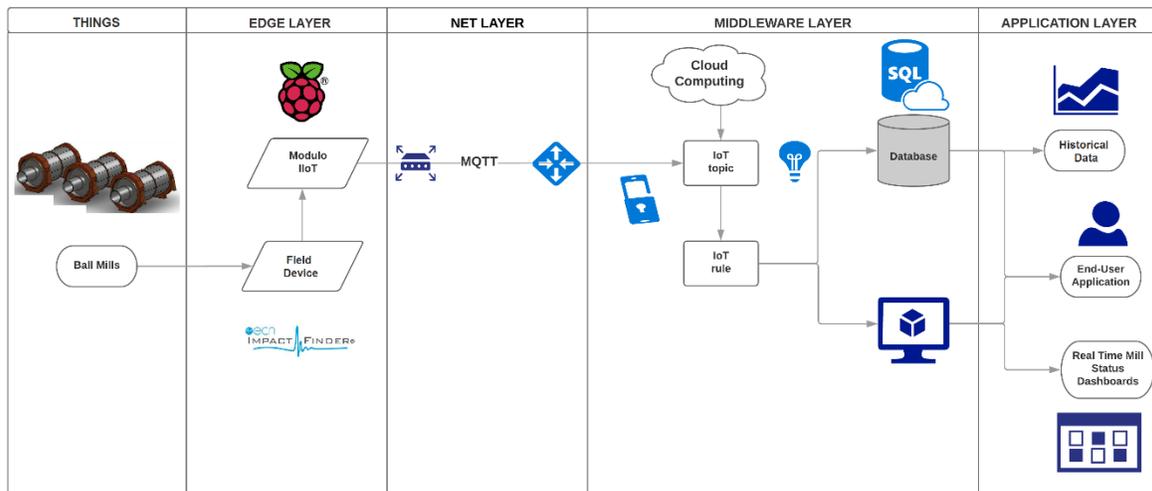


Figura 1. Arquitectura propuesta del sistema. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la investigación realizada, se llegó a la conclusión de las características requeridas para el desarrollo del sistema. La mayoría de los autores agrupa diferentes capas conformando una arquitectura aceptable para la mayoría de los sistemas de IIoT. Empezando con tecnologías de comunicación con el medio ambiente para identificar y censar magnitudes escalares dentro del mundo físico, este comienzo se denomina la capa de Edge Technologies Layer [6].

Esta capa incluye componentes de hardware, tales como sensores, actuadores, acelerómetros, giroscopios, y tags identificadores de radio frecuencia, todos con la finalidad de adquirir datos del ambiente físico con el que interactúan [7]. Así bien las redes de sensores inalámbricos o WSN por sus siglas en inglés (Wireless Sensor Networks), se colocan dentro de estas tecnologías por su bajo costo y su poco consumo de energía.

Utilizando circuitos integrados y comunicación inalámbrica tienen la habilidad para integrar sensores inteligentes, habilitar la recolección, procesamiento y análisis para diferenciar entre información valiosa o irrelevante [8]. Los sensores RFID o identificación

por radiofrecuencia (Radio Frequency Identification), cada vez son más accesibles en precio, así como reducidos en cuanto a tamaño, peso y consumo de energía. Estas especificaciones los hacen utilizables para muchas más aplicaciones que solamente pagar la caseta de cobro en carreteras. Es por eso que varios autores los centran como la tecnología más importante de esta capa, incluso hacen referencia a la tecnología como un código de barras con esteroides, capaz de transmitir datos en altas y bajas frecuencias [6].

La siguiente capa consta de la centralización de información generada por las tecnologías edge, para ser transmitida mediante diferentes protocolos de comunicación, algunos autores lo refieren como la capa de red o de transmisión. Los medios de transmisión varían dependiendo de las tecnologías y las aplicaciones, pueden ser alámbricos o inalámbricos, implementar tecnologías 3G, UMTS, WiFi, Bluetooth, Zigbee dependiendo de los dispositivos [5]. Debido a la cantidad de dispositivos en una red es necesario, administrar el flujo de información, para jerarquizar prioridades, y tener una red persistente funcional para canalizar el tráfico de datos. Para esto se implementan diferentes protocolos de comunicación tales como TCP/IP, HTTP, HTTPS, MQTT, RPL y URN. Los primeros dos se encargan de dirigir los datos de manera eficiente desde la fuente hasta la plataforma donde será almacenada. Mientras URN, crea réplicas de los recursos obtenidos a través de la URL, para poder identificar los sensores por medio del Gateway [8]. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) es un protocolo publish/subscribe diseñado para la comunicación máquina a máquina. Debido al tamaño reducido de sus paquetes de información, ya sea binaria, texto, XML o JSON, consume poca energía, esa característica lo hace ideal para aplicaciones de IoT [9].

Middleware Layer, básicamente es responsable de administrar los servicios de gestión de datos y base de datos, recibe información de la capa anterior y la almacena debidamente [5]. Esta capa de software generalmente es oculta del programador para no distraerlo de su principal función de desarrollar la aplicación IoT. Otros autores se refieren a esta capa como “Coordination Layer”, debido a que es la capa encargada de responder al procesamiento de paquetes estructurados de información proveniente de diferentes dispositivos o aplicaciones. Esta capa está basada en la arquitectura SOA(Service Oriented Architecture), para poder desplegar recursos de manera independiente [7].

La capa de aplicaciones, es la última parte de una arquitectura genérica, se encarga de administrar información procesada en Middleware Layer y exportar todas las funciones del sistema al usuario final [8]. Básicamente, explota las funciones de la capa anterior y las despliega mediante servicios web estándar.

10 Conclusión

En el presente artículo se propone una arquitectura para implementar tecnologías de la Industria 4.0 dentro del proceso Minero-Metalúrgico de Molienda, utilizando tecnologías como el internet industrial de las cosas y cómputo en la nube. Dentro del internet industrial

de las cosas se implementa módulo IIoT y el protocolo de comunicación MQTT. Cómputo en la nube se integra, basado en el paradigma arquitectura orientada a servicios, incorporando bases de datos como servicio y plataforma como servicio. Como trabajo posterior a la puesta en operación del sistema, se deberá realizar un protocolo de pruebas minucioso para garantizar la funcionalidad general del sistema.

Agradecimientos. Se agradece el apoyo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología la contribución para el desarrollo de esta investigación mediante la beca 859446, otorgada al primer autor.

Referencias

1. Le Roux, J.D., Padhi, R., Craig, I.K.: Optimal control of grinding mill circuit using model predictive static programming: A new nonlinear MPC paradigm. *J. Process Control*. 24, 29–40 (2014).
2. Zhou, P., Lu, S., Yuan, M., Chai, T.: Survey on higher-level advanced control for grinding circuits operation. *Powder Technol.* 288, 324–338 (2016).
3. Mateljan, V., Ciscic, D., Ogrizovic, D.: Cloud Database-as-a-Service (DaaS) - ROI. *MIPRO, 2010 Proc. 33rd Int. Conv.* 1185–1188 (2010).
4. Subashini, S., Kavitha, V.: A survey on security issues in service delivery models of cloud computing. *J. Netw. Comput. Appl.* 34, 1–11 (2011).
5. Khan, R., Khan, S.U., Zaheer, R., Khan, S.: Future internet: The internet of things architecture, possible applications and key challenges. *Proc. - 10th Int. Conf. Front. Inf. Technol. FIT 2012.* 257–260 (2012).
6. Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., Georgakopoulos, D.: Context Aware Computing for The Internet of Things: A Survey. *IEEE Commun. Surv. Tutorials.* 16, 414–454 (2014).
7. Tan, L.: Future internet: The Internet of Things. *2010 3rd Int. Conf. Adv. Comput. Theory Eng.* V5-376-V5-380 (2010).
8. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswami, M.: Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Futur. Gener. Comput. Syst.* 29, 1645–1660 (2013).
9. Song, L., Yuan, L., Atmoko, R.A., Riantini, R., Hasin, M.K.: Related content Optimization of Data Communication on Air Control Device Based on Internet of Things with Application of HTTP and MQTT Protocols F Luthfi, E A Juanda and I Kustiawan-Design of IOS smart Home System Based on MQTT Protocol and Speech Recognition IoT real time data acquisition using MQTT protocol. *IOP Conf. Ser. J. Phys. Conf. Ser.* 853, 12003 (2017).

Arquitectura Propuesta para un Traductor de Texto en Español a Texto LSM.

Juan Carlos Hernández-Cruz¹, César Enrique Rose-Gómez¹, Samuel Gonzalez-López²,
Ana Luisa Millan-Castro¹, María Trinidad Serna-Encinas¹

¹Tecnológico Nacional de México / I. T. de Hermosillo
División de Estudios de Posgrado e Investigación,
Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
jc23@live.com.mx, crose@ith.mx, anamillan@ith.mx, tserna@ith.mx

²Tecnológico Nacional de México / I. T. de Nogales
División de Estudios de Posgrado e Investigación,
Av. Instituto Tecnológico #911, CP. 84065, Nogales, Sonora, Mexico.
samuelgonzalezlopez@gmail.com

Resumen. Actualmente la comunidad de Sordos se enfrenta a diversos problemas de comunicación en su entorno, hablando del social, laboral y educativo. Existe un gran número de personas con problemas auditivos y, sin embargo, hay una insuficiencia de intérpretes de lenguas nacionales a lengua de señas mexicana (LSM) certificados en el país. Observando dicha problemática, se propone la implementación de una arquitectura para el desarrollo de un traductor de texto en español a texto LSM implementado a una plataforma de apoyo educativo para personas con discapacidad auditiva, además del estudio y aplicación de la tecnología de inteligencia artificial denominada aprendizaje profundo dentro del traductor. Con esto se pretende generar una herramienta completa de traducción que ayude en la inclusión de la comunidad de Sordos para que puedan contar con la igualdad de oportunidades que tienen las personas hablantes, enfocado principalmente en el ámbito educativo.

Palabras clave: Traductor de Texto, Lengua de Señas Mexicana, Procesamiento de Lenguaje Natural, Aprendizaje Profundo.

1 Introducción

En la actualidad la discriminación hacia personas que presentan alguna discapacidad ha incrementado y cada vez es más visible este hecho dentro de la sociedad.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) realizó un informe donde presentó que más de 360 millones de personas en el mundo padecen un problema auditivo. Esto denota, como problemática para las personas que lo padecen, una limitante en la comunicación con las demás personas, lo cual tiene efectos perjudiciales en el desarrollo que pueda lograr en el ámbito social, laboral o educativo [1].

Hernández-Cruz JC, Rose-Gómez CE, Gonzalez-López S, Millan-Castro AL, Serna-Encinas MT (2018) Arquitectura Propuesta para un Traductor de Texto en Español a Texto LSM. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):156-162

En México según el último censo realizado en el 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de 2,437,397 personas encuestadas con algún tipo de discapacidad, 498,640 personas padecen la limitación para oír. En Sonora hay en promedio cerca de 7 mil personas con discapacidad auditiva y se cuenta con 2 mil contabilizados en Hermosillo, de los cuales solamente se tienen a 7 estudiando un nivel universitario [2].

Actualmente, existen cerca de 40 intérpretes certificados en LSM en todo el país. Si realizamos la correspondencia de los sordos que se encuentran en la ciudad de Hermosillo (2,000) con los intérpretes certificados existentes en todo el país (40), podremos inferir que a cada uno de los intérpretes le corresponderían 50 personas con discapacidad auditiva contabilizados, lo cual 50 es considerado un grupo numeroso ya que aún existen más personas Sordas y el problema es que esa cantidad de intérpretes es a nivel país, no se cuenta con ese número de intérpretes en cada uno de los estados del país.

Esto nos lleva a la realidad existente en México, en cuanto a la insuficiencia de traductores e intérpretes de lenguas de señas nacionales que brinden atención y apoyo al sector educativo público, a la población que tiene un problema auditivo y que desean desarrollarse profesionalmente.

La lengua de señas mexicana (LSM) es la lengua que utilizan las personas sordas en México, y como toda lengua posee su propio léxico, sintaxis y gramática. La interpretación de LSM surgió como alternativa y necesidad para la comunicación de personas sordas y oyentes, y así tener las mismas oportunidades sociales que se presentan para ambas comunidades.

Con esto, se busca verificar si es posible la realización de un traductor de texto en español a texto en lengua de señas mexicana, además de su implementación en una plataforma para el ámbito educativo, la cual permitirá el apoyo en la formación educativa a las personas de la comunidad de Sordos [3].

En este artículo se presenta una propuesta de una arquitectura para la traducción de texto en español a texto en LSM. El objetivo es generar un módulo que procese el texto en español y realice la traducción automática a texto en lengua de señas mexicana para poder realizar la implementación dentro de una plataforma de apoyo educativo. Primeramente se presentan aspectos teóricos sobre el procesamiento de lenguaje natural, seguido de la investigación sobre la traducción de texto y la estructura referente a la LSM. Posterior a esto se muestran los métodos con los que se desarrolló el trabajo de traducción y por último los resultados esperados.

2 Marco Teórico

2.1 Procesamiento de Lenguaje Natural

El campo que se obtiene a través de la intersección entre la lingüística y la computación es estructurada en varias ciencias, entre las que se encuentra el procesamiento automático de lenguaje natural (PLN), encargado de los aspectos técnicos, matemáticos y algorítmicos

implementados en grandes volúmenes de texto, el cual permite que al extraer la información, se pueda obtener una estructura formal del texto con la cual se pueda lograr el entendimiento e interpretación del lenguaje humano por parte de las computadoras.

2.2 Divisiones en el lenguaje natural

El entendimiento del lenguaje natural es una tarea compleja que involucra diversos niveles de procesamiento y una variedad de subtarear. En el artículo escrito en [4] se hace mención a la división que tiene el campo del procesamiento de lenguaje natural de la siguiente manera:

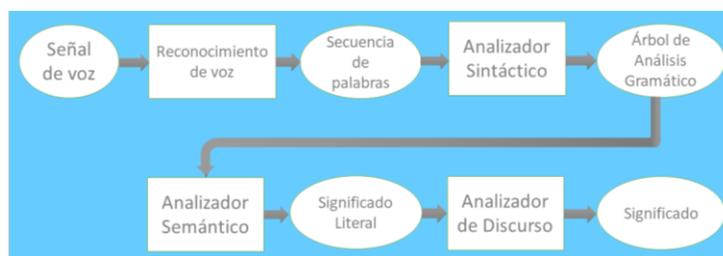


Fig. 13. Proceso del PLN.

Como se muestra en la figura 1, se comienza con la obtención de una señal de voz que pasa al reconocimiento de voz y análisis de lenguaje hablado, este permite obtener una secuencia de palabras que pasará a la entrada del analizador sintáctico. El analizador sintáctico realiza la agrupación de palabras en componentes para determinar la estructura gramatical y genera una comparación al árbol de análisis gramático, la cual será la entrada que reciba el analizador semántico, quien realiza un proceso de desambiguación palabra-sentido y obtiene un significado literal sobre el que trabajará el analizador del discurso, quien dejará el significado coherente de la secuencia de palabras que se obtuvo al recibir la señal de voz para procesar la información que se manejará y dar como salida el significado.

2.3 Traducción de texto en el contexto de la lengua de señas

La lengua de señas es el lenguaje natural para las personas sordas y como todas las lenguas emerge de la necesidad de establecer comunicación entre las personas [5]. La lengua de señas no es universal, por lo tanto se tienen diferentes formas de dirigir el trabajo de los traductores así como los traductores de lenguajes hablados.

2.4 Estructura de la lengua de señas

Existe poca investigación referente a la estructura de la lengua de señas, a pesar de que su estudio se realizaba desde la década de los setentas, aun no se han manifestado conclusiones concisas sobre el mecanismo que subyace a la organización de las palabras de las lenguas visogestuales.

El autor [6] hace referencia a un orden Sujeto – Verbo – Objeto (SVO), y no obstante otros autores como [7] reconocen el orden Sujeto – Objeto – Verbo (SOV), sin embargo, la afirmación del orden SVO se basa en el análisis sistemático de una sola lengua de señas, la Lengua de Señas Americana (ASL).



Fig. 14. Estructura de la lengua de señas mexicana.

Haciendo enfoque en el LSM, y tomando en cuenta que el verbo influye dentro del orden que presenta, de manera general se puede decir que el orden que se observa de constituyentes es SVO, mostrado en la figura 2, no obstante se pueden encontrar las diferentes variaciones OSV, VOS, VSO, OVS y SOV, según el verbo utilizado así como situaciones semánticas y pragmáticas [8].

3 Metodología

El proceso en el cual es desarrollado el presente artículo consta de las siguientes etapas:

- La primera etapa es desarrollada en base a los conceptos teóricos que permitirán desarrollar el trabajo de esta investigación. Temas como son: análisis de lengua de señas mexicano, procesamiento de lenguaje natural y técnicas de aprendizaje profundo que nos permitirán desarrollar la traducción buscada.
- La segunda etapa está basada en el análisis y diseño del traductor, el cual definirá los módulos que se implementaran y el contenido de cada módulo a desarrollar, con base a la información recopilada en la etapa anterior.

4 Desarrollo de la Solución

El proceso por el cual se realizará el traductor es mostrado a continuación. Esta arquitectura está desarrollada en 3 bloques, de los cuales se inicia con un texto en español y el resultado del proceso es un texto LSM.

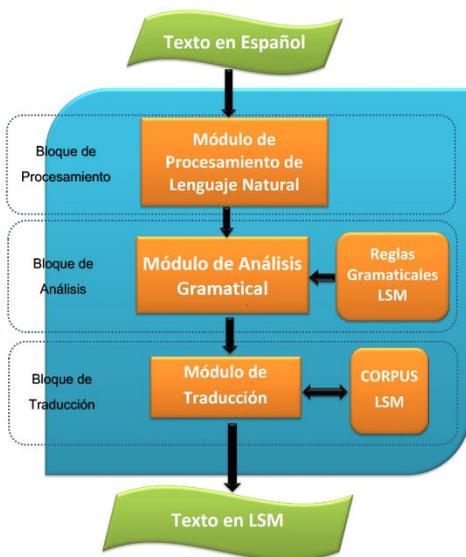


Fig. 4. Arquitectura propuesta para un traductor español-LSM

Como se observa en la figura 4, el primer bloque recibe el nombre de “Bloque de procesamiento”, el cual recibe una secuencia de palabras que fue obtenida de una plataforma. En este bloque trabaja un módulo de procesamiento de lenguaje natural, el cual busca realizar un proceso morfológico, sintáctico y semántico a la secuencia de palabras, esto con la finalidad de generar los lemas de la secuencia de palabras y mandarlo al siguiente bloque.

En el segundo bloque, denominado “Bloque de análisis”, se recibe la secuencia de lemas y junto con las reglas gramaticales, la estructura de LSM y un proceso sintáctico se va a realizar una alineación gramatical con la intención de acercarse a la traducción que se desea obtener por parte del traductor.

Además, dentro de la arquitectura generada para el traductor se estudió e implementó la tecnología de aprendizaje profundo, en la cual se busca incluir una red profunda en un bloque denominado “Bloque de traducción”. Este bloque ayudará en la traducción de la secuencia de palabras previamente procesada del bloque anterior. Este bloque trabajará directamente con un corpus, el cual permitirá manejar y almacenar las traducciones

obtenidas y a su vez poder ir alimentando las futuras traducciones posibles que la red profunda pueda generar.

5 Resultados Esperados

Los resultados esperados por parte del traductor, es que cada módulo obtenga el resultado más preciso posible para que esto permita llegar a un resultado final con una exactitud total. En general se pretende obtener una herramienta de traducción que realice las traducciones del texto en español al texto LSM tanto eficientemente como exactas, además del aprendizaje que se puede ir generando conforme al uso que se le vaya dando al traductor. Con esto se pretende generar una herramienta que permita que la comunidad de Sordos inicialmente pueda tomar clases sin problemas de comunicación y la necesidad de un intérprete personal.

6 Conclusiones

El éxito en el desarrollo de una plataforma de apoyo educativo para la comunidad de Sordos, depende de varios componentes, uno de ellos, es la traducción correcta y precisa del texto en español a texto LSM, la cual es la propuesta de este trabajo. Con lo cual se pretende coadyuvar a una de las problemáticas que presenta la comunidad de Sordos que es la falta de traductores de LSM.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca 627964 otorgada al primer autor.

Referencias

1. Organización Mundial de la Salud, <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>. Ultimo acceso 24 Oct 2018.
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo de población y vivienda 2010, <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/discapacidad/default.html>. Ultimo acceso 24 Oct 2018.
3. CONADIS, <https://www.gob.mx/conadis/articulos/lengua-de-senas-mexicana-lsm?idiom=es>. Ultimo acceso 24 Oct 2018.
4. Brill, E., Mooney, R.J.: Overview of empirical natural language processing. *AI Magazine*, 18(4), pp. 13–24 (1997).

5. Pichardo-Lagunas, O., Martínez-Seis, B.: Resource Creation for Automatic Translation System from Texts in Spanish into Mexican Sign Language. *Research in Computing Science*. 100, pp. 129–137 (2015).
6. Quinto-Pozos, D.G.: Contact between Mexican Sign Language (LSM) and American Sign Language (ASL) in two Texas border areas. *Sign Language & Linguistics* 7(2), pp. 215–219 (2004).
7. Fridman-Mintz, B.: Categorías verbales de aspecto y tiempo en la Lengua de Señas Mexicana. In: Lubbers Quesada, M., Maldonado, R. (Eds.). *Dimensiones del aspecto en español.*, pp. 195–244. , Universidad Nacional Autónoma de México. Universidad Autónoma de Querétaro (2005).
8. Hortensia-García, D.J., Arango-Mejía, G.: *Mis primeras señas: una introducción al lenguaje manual*. Secretaría de Educación Pública (1983).

Modelo Basado en el Pensamiento Computacional para el Aprendizaje de Fracciones en tercero de Primaria

Manuel Montijo-Mendoza, Abelardo Mancinas Gonzalez, Ana Luisa Millan Castro, Oscar Mario Rodriguez Elias

¹Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México. manuelmontijo21@gmail.com, amancinasg@gmail.com, anamillan@ith.mx, omrodriguez@ith.mx

Resumen.

Este artículo presenta los avances de una investigación que tiene como objetivo diseñar e implementar un modelo basado en el pensamiento computacional y el aprendizaje adaptativo para el aprendizaje de las fracciones en niños de tercer año de primaria. La pregunta de investigación indaga sobre cuál es el diseño de una aplicación móvil, basada en el uso didáctico del pensamiento computacional, que mejore el aprendizaje de las fracciones en alumnos de educación básica, e intenta aportar soluciones al problema que experimentan actualmente los alumnos de educación básica en el aprendizaje de las matemáticas.

El modelo se basa en el uso de tres categorías del pensamiento computacional: de recursividad, de iteración y de ensayo-error, así como en la plataforma de programación Scratch.

Así mismo, se hará uso de dispositivos móviles y el aprendizaje adaptativo, lo que implica tomar en cuenta un número amplio de variables sobre la personalización de la educación [1]

Como resultado del avance de la investigación se cuenta con la arquitectura del modelo, constituido por un entorno móvil basado en los módulos de interfaz de usuario, aprendizaje adaptativo y resultados.

Palabras clave. Pensamiento computacional, aprendizaje de fracciones, educación básica, aplicación móvil, aprendizaje adaptativo.

1 Introducción

En el ámbito nacional, Según datos del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación [3], las cifras de estudiantes del primer ciclo de educación básica que tienen problemas con el aprendizaje de fracciones está en aumento.

Los alumnos de educación primaria tienen problemas al no poder ejemplificar claramente las diferentes partes de una fracción [4], al mismo tiempo que enfrentan problemas al intentar operaciones básicas con ellas. Según los resultados del Plan Nacional

Montijo-Mendoza M, Mancinas Gonzalez A, Millan Castro AL, Rodriguez Elias OM (2018) Modelo Basado en el Pensamiento Computacional para el Aprendizaje de Fracciones en tercero de Primaria. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):163-173

para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA), el 60 por ciento de los alumnos de sexto de primaria se encuentra en el nivel más bajo de aprendizaje en matemáticas [5]

En la actualidad se conoce una forma de pensar y organizar ideas y representaciones, asociada al desarrollo de la computación, conocida como pensamiento computacional [6]. Esta forma de pensar favorece las competencias informáticas y/o computacionales, y se caracteriza por una manera de pensar que propicia el análisis y las relaciones de ideas con fines de organización y representación lógica. Estas habilidades tienen una ventaja en relación con ciertos entornos de aprendizaje, ya que favorecen el desarrollo del pensamiento lógico y la resolución de problemas a través del uso de estrategias típicamente computacionales como la iteración, la recursividad y el ensayo-error.

En función de los puntos antes mencionados, para esta investigación se propone el desarrollo de una aplicación móvil basado en el pensamiento computacional que facilite el aprendizaje de fracciones a niños de tercer grado de primaria.

2 Marco teórico

En esta sección se abordan los conceptos, teorías y procedimientos que se tomaron en consideración para esta investigación. Entre los temas principales figuran el pensamiento computacional y el aprendizaje de fracciones

Así mismo, se revisan algunos de los trabajos relacionados con el objeto de estudio de esta investigación, con la finalidad de ubicarla en su contexto.

Como parte de la metodología y para identificar las categorías de pensamiento computacional más adecuadas que intervienen en la resolución de ejercicios con fracciones, se llevó a cabo una revisión de la literatura sobre el pensamiento computacional en donde se muestra que este tipo de pensamiento se subdivide en 14 categorías o estrategias de pensamiento, los cuales se describen en la tabla 1 en función de la definición dada por varios autores [7] [8][9][10][11][12]

Tabla 4. Tipos de pensamiento computacional

Tipo	Descripción
Análisis descendente	Obtención de un método general de resolución
Análisis ascendente	Ir de lo más concreto a lo más abstracto
Heurística	conjunto de reglas metodológicas no necesariamente forzosas, positivas y negativas, que sugieren o establecen cómo proceder

Pensamiento divergente	No concuerda con el patrón de pensamiento habitual
Creatividad	Combinación del pensamiento convergente y divergente
Resolución de problemas	Variante del dominio metodológico del pensamiento computacional
Pensamiento abstracto	Capacidad de operar con modelos ideales abstractos de la realidad
Recursividad	Unión de conceptualización, definición de objetos y conocimiento de ideas
Iteración	Procedimientos repetitivos
Método por aproximaciones sucesivas (ensayo-error)	Confrontación de ideas que se forman en la realidad
Métodos colaborativos	Dos o más personas aprenden o intentan aprender algo juntos
Patrones	describe un problema que ocurre una y otra vez en nuestro entorno y, a continuación, describe el núcleo de la solución de ese problema.
Sinéctica	teoría operacional que orientada al uso consciente de los mecanismos psicológicos preconscientes que hay presentes en la actividad creadora humana."
Metacognición	Aspectos procedimentales en cómo afrontar un

problema y como resolverlo

De entre los 14 tipos se tomaron tres de ellos: de iteración, de recursividad y ensayo-error. Estas subcategorías se seleccionaron para este estudio, en función de pruebas realizadas previamente con Scratch, el cual es un ambiente de programación que se utiliza con fines didácticos para crear animaciones de forma sencilla [13]

Los tres tipos de pensamiento computacional que resultaron más adecuados para la resolución de ejercicios con fracciones son los que se describen en la tabla 2:

Tabla 5. Tipos de pensamiento computacional adecuados para la resolución de problemas con fracciones

Tipo	Descripción
De recursividad	Problemas que por su gran tamaño no se pueden resolver y necesitan ser descompuestos en problema de menor tamaño que si puedan ser resueltos.
De iteración	Procedimientos repetitivos.
De ensayo-error	Se utilizan los sentidos, la experimentación y la representación de las ideas obtenidas de las experiencias.

En función de los tres tipos de pensamiento computacional antes citados, se ha procedido a elaborar el modelo que actualmente se encuentra en etapa de desarrollo.

Lo anterior conduce a la pregunta que guía esta investigación:

- ¿Cuál es el diseño de una aplicación móvil, basada en el uso didáctico del pensamiento computacional y el aprendizaje adaptativo, que mejore el aprendizaje de las fracciones en alumnos de educación básica?

El objetivo general de esta investigación es:

Diseñar e implementar un modelo basado en el pensamiento computacional y el aprendizaje adaptativo para el aprendizaje de las fracciones en niños de tercer año de primaria

Derivado del objetivo general se tienen los siguientes objetivos específicos:

Explorar las posibilidades del pensamiento computacional y el aprendizaje adaptativo como tecnología de apoyo

Analizar y diseñar una aplicación basada en el pensamiento computacional y el aprendizaje adaptativo para el apoyo en el aprendizaje de fracciones

Implementar la aplicación a en escuelas piloto de la ciudad de Hermosillo, Sonora

2.1 Pensamiento computacional

Durante su crecimiento un ser humano desarrolla diversos tipos de pensamiento, los cuales nos ayudan a resolver problemas o situaciones específicas. Tal es el caso del pensamiento deductivo que forma parte de las afirmaciones basadas en ideas abstractas y universales, el pensamiento creativo el cual provee soluciones originales y únicas, el pensamiento suave que ayuda a utilizar conceptos a menudo difusos y poco claros [15].

Citando a Wing [16], creadora de este término:

“Computational thinking is a kind of analytical thinking. It shares with mathematical thinking in the general ways in which we might approach solving a problem”

Algunos de sus elementos son:

Análisis de los efectos de la computación: definir alcances y limitaciones de lo que se puede o no hacer con una computadora

Producir artefactos computacionales: tratar de que se pase de ser consumidores a creadores de productos tecnológicos

Uso de abstracción y modelos: abstracción de las propiedades más básicas de un problema para construir modelos y resolverlos de manera fácil

Algoritmización: habilidad de organizar procesos secuenciales

Trabajo efectivo en equipo: mejores resultados al compartir el conocimiento e ideas [17]

2.2 Aprendizaje de fracciones

Fracción es el nombre como se le conoce al resultado de un número “a” dividido por algún número “b” y se representa o se escribe “a/b”. Al número “a” que se encuentra en la parte superior se le llama numerador y al número “b” que se encuentra en la parte inferior se le conoce como denominador de la fracción. En cuanto al uso de las fracciones, resulta apropiado considerarlas como respuestas a problemas de división. Como ejemplo que un estudiante tiene seis (“a”) pasteles, estos seis pasteles son divididos entre tres (“b”) estudiantes por lo tanto cada persona recibe dos pasteles. Usando la representación mostrada anteriormente se tiene que “a/b” es lo mismo que “6/3” y el resultado de esta división será igual a dos. [22]

La tarea de fraccionar algo consiste en que cuando algo es dividido, es necesariamente dividido en porciones menores que el todo inicial. Cada una de esas porciones menores es igual y es una fracción de lo que alguna vez fue el todo en su forma original [23]

Se asume que el número denominador “b” sea diferente de cero ya que este ocasiona unas paradojas matemáticas conocidas como diferentes infinitos.

Para la suma y resta de fracciones, se tienen dos casos. Si se tiene el mismo denominador, entonces se suman o restan los numeradores y se deja el denominador común.

Si tienen un denominador distinto, hay que obtener fracciones equivalente a las fracciones dadas, para que tengan un denominador común y luego sumar o restar [24]

2.3 Aprendizaje adaptativo

Se define como aprendizaje al proceso mediante el cual se modifican y adquieren habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores a causa del estudio, razonamiento y observación. Existen varias maneras de abordarlo para lo cual se consideran aspectos de este proceso como los que se enlistan a continuación: [7]

La adquisición de regularidades: indica que este proceso está dirigido a extraer regularidades del entorno, puesto en otras palabras es el hecho de establecer secuencias repetitivas de sucesos o conductas que permitan predecir cierto tipo de eventos.

La condensación de la información señala que es un mecanismo mediante el cual se funden o condensan ciertos elementos de información que tienden a reproducirse juntos o que sea información que se recupera como una sola pieza

La automatización del conocimiento, es el proceso de aprendizaje que se ve reflejado como consecuencia de la practica reiterada de una secuencia de acciones o conocimientos, esto significa que con la practica repetida se va ejecutando con un consumo cada vez menor de recursos de la atención [18]

El aprendizaje adaptativo tiene su premisa en adaptar el método de aprendizaje a las fortalezas y debilidades de cada estudiante [19].

Otro de los aspectos consiste en que cada estudiante aprende de forma diversa y con ritmo diferente para lo cual requieren de apoyos educativos más personalizados, es por esto que los sistemas se ajustan y se conforman de acuerdo a esas diferencias a través de la evaluación e instrucción adaptativa, arrojando como resultado diferentes formas de enseñanza que se ajustan a las necesidades y características de aprendizaje de cada estudiante [20]

Como parte de la revisión de la literatura sobre el pensamiento adaptativo y como se comenta en el artículo de Quiroz [21], cada estudiante puede consultar diversos recursos a partir de los resultados de los instrumentos de autoevaluación disponible. Es por esto que este tipo de aprendizaje resulta adecuado para el presente estudio.

pensamiento computacional solo se trabajará con los tres tipos antes descritos, ya que de acuerdo con la metodología y revisión de la literatura son los más adecuados para este estudio.

Se propone una aplicación móvil para el aprendizaje de fracciones en estudiantes de tercero de primaria, por medio de la resolución de problemas a través del uso del pensamiento computacional.

4.1 Arquitectura propuesta

Los estudiantes (usuarios) interactúan con el sistema propuesto mediante un dispositivo móvil Android.

En la pantalla inicial (modulo registrar/acceder) el alumno podrá dar de alta una cuenta ingresando un nombre de usuario, correo electrónico y contraseña. Una vez dado de alta, el alumno podrá ingresar al sistema.

Toda vez en el sistema, el estudiante estará alojado en el módulo de razonamiento el cual se divide en tres sub-módulos: a) Submódulo de problemas basados en pensamiento computacional; b) Submódulo de aprendizaje adaptativo c) Submódulo de resolución de problemas con Sertach.

El primer submódulo consta de una serie de problemas basados en pensamiento computacional, para los cuales se considerarán la recursividad, la iteración y el ensayo-error, por ser las principales estrategias detectadas en la realización de ejercicios de fracciones con Sertach.

El segundo está basado en los problemas de fracciones del libro de tercero de primaria. En dichos problemas se tienen tres niveles diferentes de dificultad, con el fin de que los estudiantes realicen ejercicios acordes a sus habilidades matemáticas.

Una vez que el sistema identifique el nivel del alumno a través de un problema de iteración nivel 2, por ejemplo, el estudiante pasará a la interfaz Scratch de resolución del problema en la que aprenderá las distintas estrategias de pensamiento computacional que se mencionaron anteriormente.

Por último, se tiene el módulo de resultados y evaluación en dónde el usuario consultará la puntuación obtenida.

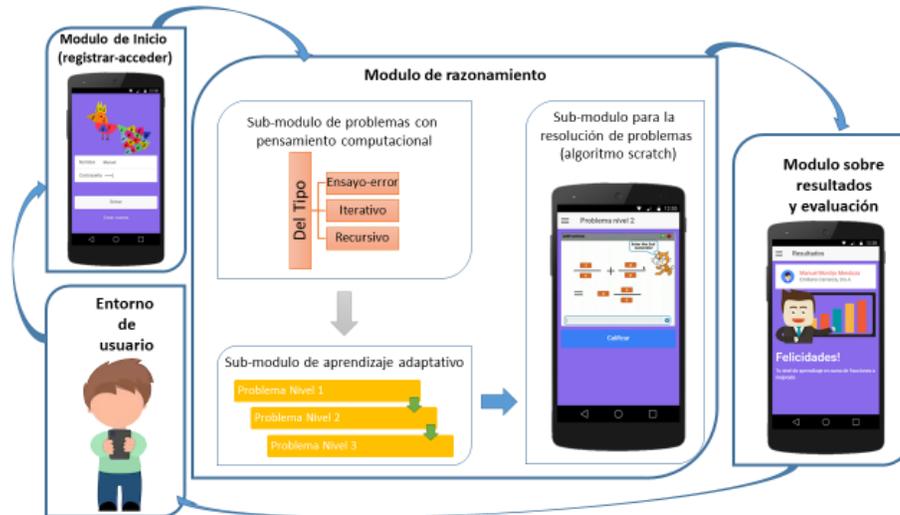


Fig. 16. Arquitectura propuesta para el aprendizaje de fracciones basado en pensamiento computacional

5 Conclusiones

El objetivo de esta investigación consiste en diseñar e implementar un modelo basado en el pensamiento computacional y el aprendizaje adaptativo para el aprendizaje de las fracciones en niños de tercer año de primaria. La arquitectura de información que aquí se presenta constituye el primer paso en el diseño del modelo en cuestión.

En cuanto a la pregunta de investigación que aborda la cuestión del diseño de una aplicación móvil, basada en el uso didáctico del pensamiento computacional y el aprendizaje adaptativo, que mejore el aprendizaje de las fracciones en alumnos de educación básica, también se puede considerar que la arquitectura propuesta está encaminada a responder a la pregunta a través de la definición de los módulos de que consta el sistema, las categorías o estrategias de pensamiento computacional que serán utilizadas, al igual que los niveles y tipos de problema correspondientes que permitirán adaptar el aprendizaje de cada alumno a su propio ritmo y necesidades.

La continuación de este trabajo se verá enfocada en la investigación del algoritmo basado en pensamiento computacional que nos permita evaluar el nivel de aprendizaje de los estudiantes. [18]

Agradecimientos.

De la manera más atenta se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), debido al apoyo económico otorgado al primer autor Manuel Montijo-Mendoza mediante una beca.

Referencias

1. Leal, C.O., La: Entornos virtuales, Aprendizaje Adaptativo y Autoevaluación en educación virtual. (2019).
2. CEU: TEMA 5: Funciones y Módulos. Presented at the (2016).
3. INEE: LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA EN MÉXICO Informe 2017. 200+ (2017).
4. SEP: Aprendizajes CLAVE. (2013).
5. INEE: Resultados nacionales 2015 Sexto de primaria y tercero de secundaria Lenguaje y comunicación y Matemáticas. , D.F. (2015).
6. Cuny, J., Snyder, L., Wing, J.M.: Demystifying computational thinking for non-computer scientists. Unpubl. Manusc. progress, Ref. <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>. (2010).
7. Zapata-Ros, M.: Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. Rev. Educ. a Distancia. 46, 47 (2015).
8. Zapata-Ros, M.: Enseñanza Universitaria en línea, MOOC y aprendizaje divergente. Aula magna. 2, (2013).
9. Zapata-Ros, M.: Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos: Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del “conectivismo.” Teoría Educ. 16, 69–102 (2015).
10. Zapata, M.: Enseñanza Universitaria en línea: MOOC, aprendizaje divergente y creatividad (II), <https://red.hypotheses.org/416>.
11. Wakkary, R.: Origin of Alexander et al: Pattern Language for Unbounded Interaction. Language (Baltim). (2002).
12. Gordon, W.J.J.: Synectics: The Development of Creative Capacity. Harper & Brothers (1961).
13. Marji, M.: Learn to Program with Scratch. No Starch Pres. (2014).
14. MIT: Acerca de Scratch, <https://scratch.mit.edu/>.
15. Torres, A.: Los 9 tipos de pensamiento y sus características, <https://psicologiamente.net/inteligencia/tipos-pensamiento>.
16. Wing, J.M.: Computational thinking and thinking about computing. Philos. Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci. 366, 3717–3725 (2008).
17. Balladares Burgos, J.A., Avilés Salvador, M.R., Pérez Narváez, H.O.: Del pensamiento complejo al pensamiento computacional: retos para la educación contemporánea. Sophia. 2, 143 (2016).

18. Candia, I.A.M.: Aprendices y Maestros, (2015).
19. Monterrey, O. de I.E. del T. de: Aprendizaje y Evaluación Adaptativos. 1–33 (2014).
20. Suárez, J.R., Dolci, G.F., Eduardo, M., Solís, R.: Sistema de aprendizaje adaptativo para la educación médica. 7, 36–41 (2006).
21. Silvia Leticia Fernández Quiroz, T.H.H.: Estrategia de aprendizaje adaptativo para la autoformación de aspirantes de nivel medio superior con el apoyo de Recursos Educativos Abiertos. 1–17 (2016).
22. Tanton, J.: Encyclopædia of Mathematics. (2005).
23. Maia L, Camara M, C.P.: Repensando el aprendizaje de fracciones. (1991).
24. Ruesgas, S.S.: Cómo resolver una suma de fracciones, <https://www.smartick.es/blog/maticas/fracciones/como-resolver-una-suma-de-fracciones/>.
25. Google: About the Android Open Source Project, <https://web.archive.org/web/20120502155452/http://source.android.com:80/about/index.html>.
26. Secretaria de Educación Publica: Resultados historicos nacionales 2006-2013. (2013).
27. Argentina, M. de educacion de: Pizarron vs tecnologia, <http://portal.educ.ar/debates/educacionytic/pizarron-vs-tecnologia.php>.

Propuesta Arquitectura de Sistema Multi-Agente para la Creación de Animaciones LSM Utilizando Razonamiento Basado en Casos

César René Martínez-Aguirre, Ana Luisa Millán-Castro, Juan Pablo Soto-Barrera, César Enrique Rose-Gómez, Abelardo Mancinas-González

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.

Rene_93_88@hotmail.com, amillan@ith.mx, amancinas@ith.mx,
croseg@gmail.com, juanpablo.soto@unison.mx

Resumen. La discapacidad auditiva siempre ha afectado a una gran parte, alrededor de 700 mil personas actualmente de la población en México, lo que corresponde aproximadamente al 12% de personas que sufren de algún tipo de discapacidad, siendo esta la tercera más grande [3]. Se propone en este trabajo la realización de una arquitectura, que en base a frases escritas con la gramática del LSM, sea capaz de crear animaciones en un entorno tridimensional, que simulen señas del lenguaje LSM, para el apoyo a personas que sufran de Sordera, y así mejorar su calidad de vida.

Palabras Clave. RBC, Agentes Inteligentes, Sordera, LSM, Realidad Aumentada.

1 Introducción

La discapacidad auditiva limita en muchos factores la calidad de vida de una persona, haciendo que la misma presente problemas en ocasiones muy graves para una correcta comunicación y desenvolvimiento social. La comunidad Sorda en México actualmente cuenta con muy poco apoyo, contando con solo 40 traductores al lenguaje de señas mexicano a nivel nacional, cuando existen alrededor 700 mil usuarios que cuentan con esta discapacidad heredada o adquirida según sea el caso.[1] Estas personas cuentan con un sin número de dificultades durante toda su vida por lo complicada que puede llegar a ser la comunicación hacia otros y hacia ellos mismos, empobreciendo su calidad de vida, siendo la educación una de las principales y primeras áreas afectadas en la vida de quien padece esta discapacidad [2], teniendo en ocasiones que solicitar tutores sombra, los cuales se encargan de traducir o comunicar lo visto en clase, pero dado que esta ayuda aun no es obligatoria en las escuelas, es muy difícil y costosa conseguirla, y a lo mucho se logra conseguir esta clase de ayuda hasta nivel preparatoria, quedando prácticamente a la deriva, y si alguna persona Sorda decidiera iniciar una carrera profesional en alguna Universidad,

Martínez-Aguirre CR, Millán-Castro AL, Soto-Barrera JP, Rose-Gómez CE, Mancinas-González A (2018) Propuesta Arquitectura de Sistema Multi-Agente para la Creación de Animaciones LSM Utilizando Razonamiento. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):174-180

se tendría una enorme dificultad para poder ingresar, mantenerse en ella y conseguir el grado al final de la misma. [3]

Existen múltiples trabajos que intentan solucionar esta brecha entre las personas Sordas y los que no lo son, pudiendo mencionar a “Chinese Sign Language Animation System On Mobile Devices”, que sugiere una aplicación móvil, donde niños desde su nacimiento hasta la edad de 14 años, puedan interactuar mediante un avatar que traduce lenguaje natural, a lenguaje de señas chino, con personas que no sean Sordas. [4]

En el presente artículo se propone una arquitectura, que permita interpretar frases, ya modificadas desde el lenguaje natural, hacia la gramática utilizada en el LSM y las represente mediante animaciones tridimensionales en lenguaje de señas, utilizando un Sistema Multi-Agentes y Razonamiento Basado en Casos.

2 Estado del Arte

2.1 Lenguaje de Señas Mexicano y Sordera

El lenguaje de señas, es un lenguaje visual utilizado principalmente por personas Sordas. Este tipo de lenguaje, a diferencia del lenguaje natural, se basa en símbolos o gestos mediante señas, los cuales pueden representar desde letras hasta frases complejas, que varían dependiendo del contexto en el que se esté hablando. Este lenguaje no es universal, cada país o región tiene su propio lenguaje de señas, en México, es el LSM (Lenguaje de Señas Mexicano), el cual está basado en el lenguaje de señas francés. [5]

El Sordo es “mudo”, por lo tanto, no es capaz de utilizar medios orales de comunicación. Este problema afecta a una milésima parte de la población. Es importante el conocimiento a los sordos y nuestra actitud hacia ellos, la comprensión de sus necesidades específicas, el reconocimiento de sus derechos humanos fundamentales, como el acceso sin restricciones a un idioma natural y propio, a la enseñanza, el trabajo, la comunidad, cultura, a una existencia plena e integrada. [6]

2.2 Realidad Aumentada

La realidad aumentada, es una tecnología que deriva de la realidad virtual. La realidad virtual simula un mundo artificial de cualquier tipo completamente virtual, donde el usuario se encuentra inmerso, momento durante el cual no puede observar el mundo real. Mientras tanto, la realidad aumentada es la superposición o combinación de información completamente artificial en la realidad misma [7], en sí, la RA se refiere al conjunto de acciones que permite ampliar, mejorar o resaltar la realidad del mundo físico mediante la aplicación de la tecnología, por lo general por medio de elementos multimedia como video, imagen, audio y texto.

No debe confundirse como RA, a tecnologías que utilicen contenido virtual relacionado con el real, como lo sería la edición de fotos o la transmisión o reproducción de video, estos ejemplos a diferencia de la RA, no son interactivos y en la mayoría de los casos, no son en tiempo real, características antes mencionadas necesarias. [8][9]

El desarrollo de esta tecnología, requerirá de un equipo específico, con los suficientes recursos para poder crear contenido en RA y obviamente un programa capaz de procesar toda la información necesaria. Actualmente existen muchas plataformas que ayudan a los desarrolladores a la creación de aplicaciones orientadas a la RA, dentro de los cuales se pueden mencionar:

- Artoolkit
- Metaio SDK
- Total Immersion
- ARPA
- Layar
- D´Fusion
- Unity 3D
- Mixare
- Vuforia SDK [9]

2.3 Razonamiento Basado en Casos (RBC)

En la actualidad existen muchas maneras de realizar aprendizaje automático, área que pertenece a la inteligencia artificial. Dentro del aprendizaje automático se pueden mencionar diversas técnicas, tales como redes neuronales, aprendizaje inductivo y razonamiento basado en casos (CBR), diferenciándose entre ellas sólo por la forma en que el conocimiento se almacena. En el caso del CBR el conocimiento está formado por una base de datos donde se encuentran problemas resueltos en el pasado [10].

Básicamente, el CBR es la resolución a problemas utilizando soluciones a situaciones similares a problemas anteriores, en pocas palabras reutiliza el conocimiento y la información según sea conveniente. [11]

Dentro de un sistema de RBC (SRBC), el caso es el elemento principal, en el cual se encuentra la descripción del problema y la solución del mismo.

Una librería de casos, es una estructura que organiza los casos de manera estructurada. La realización más sencilla de una librería de casos es mediante una memoria plana, pero puede utilizarse también mediante memoria jerárquica.

Para un SRBC se puede proponer un algoritmo como el siguiente:

1. Acción SRBC()
2. Inicio
3. RECORDAR los casos similares al analizado.
4. REUTILIZAR la información y el conocimiento que se tiene para resolver el problema.

5. REVISAR la solución sugerida.
6. RETENER las experiencias que puedan ser útiles para la resolución de futuros problemas.
7. Fin.

Dentro de un SRBC el primer paso a realizar un problema, es revisar todos los casos relevantes que pudieran ser de ayuda para resolver ese problema. Este es uno de los principales desafíos, pues se tendrán que recuperar los casos seleccionados de la base de conocimientos. Después de la recuperación de los casos, se tendrán que adaptar para la solución necesaria, ya sea en su totalidad o parcialmente dependiendo del problema.

Con esto resuelto, se tendrá una primera versión de la posible solución al problema, pero aún queda probar dicha solución, ya sea en el mundo real o en una simulación y de ser necesario revisarla. Quedando este proceso en un ciclo de selección, adaptación y revisión de casos, y, por último, una vez teniendo la solución al nuevo problema, el último paso es la retención del caso, almacenándolo en la Librería de Casos. [12]

2.4 Agentes Inteligentes

Los agentes inteligentes constituyen un paradigma de programación para el desarrollo de aplicaciones software. Creo que es conveniente describir los agentes inteligentes directa y brevemente

2.5 Sistemas Multi-Agentes

Un Sistema Multi-Agente (SMA), es un sistema compuesto por múltiples elementos computacionales interactuando, mejor conocidos como agentes. Agentes son sistemas computacionales con dos importantes funciones. Primero, ellos son capaces de realizar acciones de manera autónoma y en segundo, ellos son capaces de interactuar con otros agentes, no solamente intercambiando información, sino interactuando entre ellos como lo haría una sociedad hoy en día.

En un SMA es necesaria la comunicación, para así conocer de mejor manera su entorno, para que, al interactuar los agentes entre sí, se puedan resolver los objetivos generales dentro de un sistema. Los puntos de vista de cada agente son limitados y los datos están descentralizados, por ello, la comunicación es esencial. La implementación de un SMA es asincrónica, lo que quiere decir que los agentes no actúan todos a la vez.

Los SMA cada vez son más utilizados gracias a su similitud de su comportamiento con el de una sociedad, lo que vuelve al sistema, más entendible en su funcionamiento, pero que a la vez son de gran ayuda para integrarlos en sistemas complejos dependiendo de la aplicación donde se vayan a utilizar. [13]

3 Resultados Esperados

Probar la aplicación diseñada, analizar su interacción con la aplicación.

Se espera que, con el sistema integrado en la aplicación, se obtenga mejoraría considerablemente la calidad de vida de las personas Sordas, al facilitarles un apoyo significativo en cuanto a una comunicación más rica y fluida, y así evitar su aislamiento con el resto de la comunidad.

3.1 Arquitectura del Sistema

En la figura 1 se muestra la arquitectura del sistema propuesto, compuesto por 3 módulos: Entorno de la aplicación, Módulo de Razonamiento y Módulo Interfaz.

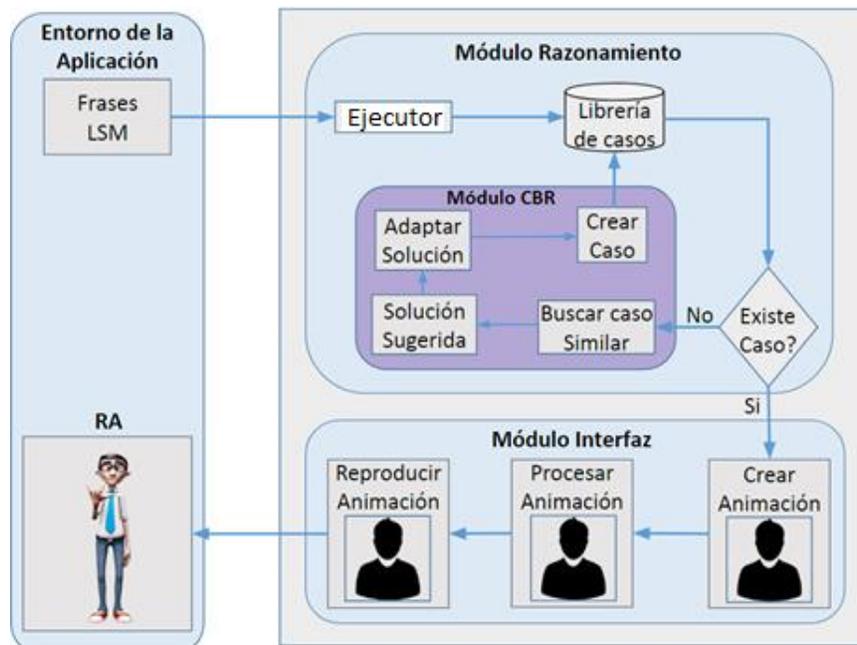


Fig. 17. Arquitectura del Sistema para creación de animaciones en LSM

3.2 Módulo Entorno Aplicación

Entorno de la aplicación, aquí se encuentra la entrada y salida del sistema, este se encarga de enviar la información para que sea procesada y al final obtener el resultado final esperado, que sería una animación acorde a la frase.

3.3 Módulo Razonamiento

En este módulo, es ingresada la frase, la cual primero se verifica si existe en la base de datos, de no ser así se crea un nuevo caso, utilizando un sub-módulo de razonamiento basado en casos, el cual se encarga de utilizar conocimientos previos para resolver nuevos problemas, modificándolos según sea necesario y así obtener un nuevo caso funcional para la nueva entrada.

3.4 Módulo Interfaz

Este módulo obtiene el nuevo caso, el cual procesa para crear la nueva animación la cual es enviada y reproducida al entorno de la aplicación.

4 Conclusión

De realizarse este proyecto, ofrecería una nueva forma para facilitar la integración social a personas con discapacidad auditiva. El uso de tecnologías como inteligencia artificial y realidad aumentada aplicadas a dispositivos móviles, ofrecerían mayor versatilidad y fácil acceso para su uso, sin necesitar de algún otro medio más conflictivo.

Referencias

1. World Health Organization. (2018). *Sordera y pérdida de la audición*. [online] Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/> [Accessed 25 Oct. 2018].
2. SIPSE, G. (2018). *Los sordos son 'invisibles' en México*. [online] SIPSE.com. Available at: <https://sipse.com/mexico/sordos-discapacidad-gobierno-mexico-224324.html> [Accessed 25 Oct. 2018].
3. Cuentame.inegi.org.mx. (2018). *Población. Discapacidad*. [online] Available at: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P> [Accessed 25 Oct. 2018].
4. Li, J., Yin, B., Wang, L. and Kong, D. (2013). Chinese Sign Language animation generation considering context. *Multimedia Tools and Applications*, 71(2), pp.469-483.
5. Serafín, M. (2011). *Manos con voz*. México: Libre Acceso A.C.
6. M.C., A. (2008). *Gramática de la lengua de señas mexicana*.
7. Badilla Quesada, M. and Sandoval Poveda, A. (2016). Realidad aumentada como tecnología aplicada a la educación superior: Una experiencia en desarrollo. *Innovaciones educativas*, 17(23), p.41.

8. Cabero-Alemanra, J. and Marín Díaz, V. (2017). Blended learning y realidad aumentada: experiencias de diseño docente. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), p.57.
9. Jiang, J. (2014). The Implementation of Literacy and Sign Language Learning System for Deaf. *IEEE Workshop on Advanced Research and Technology in Industry Applications*, 3.
10. Moreno, P. (2014). Utilización del Razonamiento Basado en Casos en la toma de decisiones.
11. Gómez, F. (n.d.). Razonamiento Basado en Casos.
12. Cortez, A. (2010). Sistemas de Razonamiento Basado en casos aplicado a sistemas de líneas de productos software. *Revista de investigación de sistemas e informática*.
13. Díaz, F. (2017). Sistemas de Razonamiento Basado en casos aplicado a sistemas de líneas de productos software.

Propuesta de un algoritmo para la clasificación de fibrilaciones en la señal ECG usando redes neuronales profundas

Vanesa Deneb Villarreal-Saavedra, Cesar Enrique Rose-Gómez, Oscar Mario Rodríguez-Elías, María Trinidad Serna-Encinas

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación,
Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
vvillarreal.saavedra@gmail.com

Resumen. En este artículo se presenta una propuesta para la detección de la fibrilación ventricular y la fibrilación auricular en la señal de un electrocardiograma (ECG), lo cual permitirá la generación de una alerta. El algoritmo propuesto utiliza una red neuronal profunda, el cual recibirá como entrada un vector de características que le permitirá a la red ser entrenada y que se pueda llevar a cabo el proceso de aprendizaje de la red para una correcta clasificación y predicción oportuna para que el paciente pueda tener una rápida respuesta y de ser posible evitar una muerte.

Palabras clave: Fibrilación Ventricular, Fibrilación Auricular, Redes Neurona- les Profundas, Electrocardiograma.

1 Introducción

En México, las enfermedades del corazón representaron casi 20% de las defunciones totales en el país en 2015, de acuerdo con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), del número de muertes causadas en 2015 por enfermedades del corazón, la mayoría tuvieron lugar en personas del sexo masculino con 68,052 muertes, es decir, 7,382 más que el sexo femenino que registró 60,670 defunciones. También en un estudio población al de mortalidad cardiovascular en personas de 35-49 años en Vizcaya entre 2003 y 2008 demostró que de 465 muertes cardiovasculares, 216 fueron súbitas[1].

La mayoría de los paros cardíacos súbitos se deben a ritmos cardíacos anormales, llamadas arritmias como puede ser la fibrilación ventricular, en el que los impulsos eléctricos del corazón repentinamente se convierten en caóticos e ineficaces. La muerte por lo general sigue a menos que el corazón restablezca su ritmo normal en cuestión de minutos. Por otro lado, la fibrilación auricular es una de las enfermedades cardiovasculares que va en aumento en los países occidentales, con una prevalencia real del 2% en la población

Villarreal-Saavedra VD, Rose-Gómez CE, Rodríguez-Elías OM, Serna-Encinas MT (2018) Propuesta de un algoritmo para la clasificación de fibrilaciones en la señal ECG usando redes neuronales profundas. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):181-186

general y un incremento con la edad del 0.5% a los 40-50 años hasta del 5- 15% a los 80 años[2].

Para poder detectar este tipo de arritmia es necesario analizar la señal del electrocardiograma (ECG). En este artículo se presenta la propuesta para la detección de la fibrilación ventricular y la fibrilación auricular para generar una alerta. El algoritmo propuesto procesa la señal del ECG para poder obtener un vector de características, utiliza una red neuronal profunda, la cual tiene como entrada el vector de características y realizará la identificación de las fibrilaciones antes mencionadas, la red debe ser entrenada para que se pueda llevar a cabo el proceso de aprendizaje para una correcta clasificación y predicción. Primeramente se presentan algunos de los aspectos teóricos de la estructura del corazón y su funcionamiento. Así mismo se describe el ECG y algunas señales de interés. Posteriormente se muestra de manera general el algoritmo propuesto.

2 Marco Teórico

2.1 El corazón

El corazón tiene cuatro cámaras. Las dos cámaras superiores son las aurículas (atrios) y las dos inferiores los ventrículos. Cada una de ellas se llena con sangre en un momento determinado. En la cara anterior de cada aurícula hay una estructura semejante a una bolsa, llamada orejuela. Ellas aumentan levemente la capacidad de las aurículas, permitiendo recibir un volumen de sangre mayor. En la superficie se pueden observar el surco coronario y los surcos interventricular anterior y posterior que marcan la división es entre los ventrículos derecho e izquierdo[3].

La aurícula o atrio derecho recibe sangre de la vena cava superior, la vena cava inferior y el seno coronario[3],[4]. La sangre pasa de la aurícula derecha al ventrículo derecho a través de una válvula que se llama tricúspide. El ventrículo derecho forma la mayor parte de la cara anterior del corazón[4], [6]. La sangre pasa desde el ventrículo derecho al tronco pulmonar por medio de la válvula pulmonar. Su destino final son los pulmones, donde la sangre será oxigenada para luego dirigir se a la aurícula izquierda por medio de las venas pulmonares.

El ventrículo izquierdo forma el vértice o ápex del corazón. Cuando la sangre sale del ventrículo izquierdo, pasa por la válvula aórtica hacia la aorta ascendente. Desde esta arteria sale la irrigación para todo el cuerpo, incluyendo las arterias coronarias que irrigan al corazón. Las válvulas tricúspide y mitral reciben el nombre de válvulas atrio ventriculares o auricoventriculares (AV). Las válvulas pulmonar y aórtica reciben el nombre de válvulas semilunares. La pared muscular del ventrículo izquierdo es considerablemente más gruesa que la del derecho porque debe realizar un trabajo más intenso: bombear sangre a sectores más distantes como la cabeza y los miembros inferiores [3].

2.2 Electrocardiograma

El electrocardiograma es una prueba diagnóstica que evalúa el ritmo y la función cardiaca a través del registro de la actividad eléctrica del corazón [5], cuando el impulso cardiaco atraviesa el corazón, la corriente eléctrica también se propaga desde el corazón hacia los tejidos adyacentes que lo rodean. Una pequeña parte de la corriente se propaga hacia la superficie corporal. Si se colocan electrodos en la piel en lados opuestos del corazón se pueden registrar los potenciales eléctricos que se generan por la corriente; el registro se conoce como electrocardiograma (ECG). En la figura 1 se muestra un ECG normal de dos latidos del corazón [3].

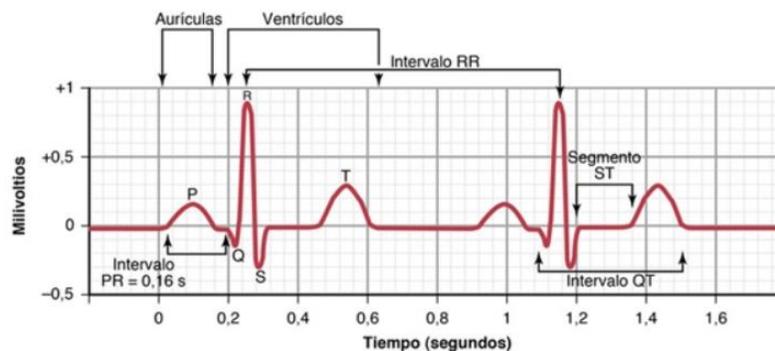


Figura 1. Ejemplo de señal del corazón obtenida por el electrocardiograma. Tomado de [3].

2.3 Arritmias

Una arritmia es una irregularidad o pérdida del ritmo del latido cardiaco [4]. Varios mecanismos pueden causar irregularidad o arritmias. Dos ejemplos de estos mecanismos son una alteración en la formación de un impulso y una alteración en la conducción de un impulso. Cuando la formación del impulso se altera, este puede surgir de la aurícula, el nodo AV o los ventrículos. Esta alteración puede verse como incremento o disminución de la frecuencia cardiaca, latidos prematuros o tardíos, o fibrilación auricular o ventricular [4].

2.4 Fibrilación Auricular.

Un caso particular de arritmia es la fibrilación auricular, esta es una taquicardia que afecta a las aurículas en la que se presenta una activación eléctrica rápida y desorganizada de estas, lo que a su vez provoca que presenten una contracción no coordinada a una frecuencia muy elevada que puede incluso llegar a superar los 350 latidos por minuto, este tipo de fibrilación es la arritmia cardiaca más frecuente y puede llegar a tener como consecuencia la pérdida de la contracción auricular, frecuencia ventricular alta o un ritmo ventricular irregular [3]. En la figura 2 se muestra un ejemplo de este tipo de fibrilación.

Debido a la contracción desorganizada de las aurículas se presenta una subsecuente desincronización mecánica entre estas y los ventrículos, de forma que las aurículas dejan de ser eficientes para realizar el bombeo de sangre a los ventrículos, sin embargo, sigue fluyendo sangre de manera pasiva desde las aurículas hacia los ventrículos y la eficiencia del bombeo de estos últimos solo disminuye alrededor de un 20% o 30%, es así que una persona puede llegar a vivir meses o incluso años con fibrilación auricular[3].



Figura 2. Ejemplo de electrocardiograma que muestra una fibrilación auricular. Tomado de [7].

2.5 Fibrilación Ventricular.

La fibrilación ventricular es la arritmia más grave, cuando no se corrige en un lapso de 1 a 3 minutos suele invariablemente tener como resultado la muerte. Este tipo de arritmia es una perturbación severa del ritmo eléctrico del corazón, se presenta debido a la ocurrencia de varios impulsos que se originan al mismo tiempo en distintos lugares de los ventrículos, estos impulsos se producen de manera errática estimulando una porción del músculo ventricular, después otra porción, después otra, y así sucesivamente hasta caer en un ciclo en el que se re-excita el mismo músculo ventricular una y otra vez sin parar. Esto provoca que muchas porciones pequeñas de los ventrículos se estén contrayendo a la vez mientras que al mismo tiempo muchas otras porciones se están relajando, de modo que nunca hay una contracción coordinada del músculo ventricular. Esto provoca una contracción asíncrona, rápida y caótica de los ventrículos, la cual puede incluso llegar a superar los 300 latidos por minuto. Estas condiciones no son las necesarias para el ciclo de bombeo del corazón [7], [8], [9]. En la figura 3 se aprecia un ejemplo claro de una señal del electrocardiograma de esta fibrilación.

A pesar de la gran cantidad de señales de estimulación de los ventrículos las cavidades ventriculares no aumentan de tamaño ni se contraen, sino que permanecen en una fase o estado indeterminado de contracción parcial, bombeando una cantidad nula o despreciable de sangre, de forma que la sangre deja de llegar al cerebro y en un lapso de alrededor de 6 segundos la persona pierde la consciencia. Posteriormente, en cuestión de minutos, se comienza a dar la muerte irrecuperable de tejidos en todo el cuerpo. Se estima que por cada minuto que pasa antes de que la persona reciba atención cuando se presenta una fibrilación ventricular la probabilidad de sobrevivencia se reduce entre un 7% y un 10% [7], [8], [9].

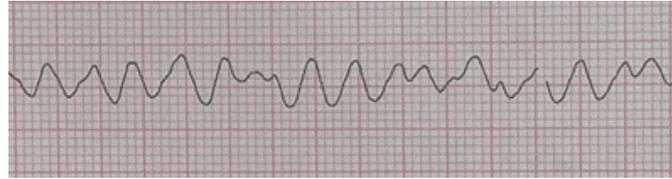


Figura. 3. Ejemplo de electrocardiograma que muestra una fibrilación ventricular. Tomado de [10].

3 Propuesta de solución

La solución al problema se basa principalmente en la detección y extracción de características de la señal del ECG para poder realizar la clasificación de los latidos del corazón para poder determinar si se está presentando una fibrilación ventricular o auricular. Por lo que se propone el algoritmo que se muestra en la figura 4.

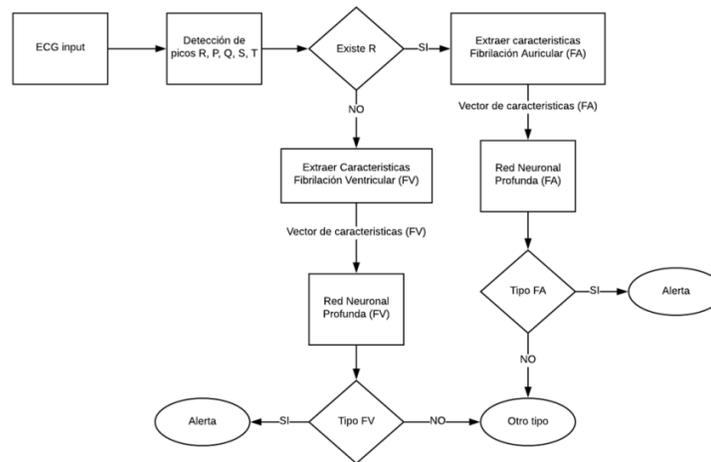


Figura. 4. Propuesta de algoritmo para la detección y clasificación de fibrilación ventricular y auricular (elaboración propia).

4 Resultados esperados

Con respecto a la investigación realizada y la solución propuesta se espera que una vez obtenido el vector de características de cada una de las fibrilaciones y haber realizado el

entrenamiento de la red propuesta, esperamos que los resultados de la clasificación de la red sean suficientemente confiables y la red aprenda lo suficiente para poder realizar una clasificación y detección eficiente de las fibrilaciones.

5 Conclusiones

En este artículo se han presentado los conceptos principales que engloban el funcionamiento del corazón y la herramienta que se utiliza para poder captar los latidos del mismo, tales como el Electrocardiograma (ECG), así como las arritmias más peligrosas que causan la muerte como lo son la fibrilación ventricular y la auricular. De igual manera se presentó una propuesta de algoritmo para la identificación de patrones y características de dichas fibrilaciones.

Referencias

1. A. B. R. y C. E. G. Soto, “No rompas más tu corazón. Salud cardiovascular,” 2017. [Online]. Available: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/no-rompas-mas-tu-corazon-salud-cardiovascular?state=published>.
2. S. Lara-Vaca, A. Cordero-Cabra, E. Martínez-Flores, and P. Iturralde-Torres, “Registro Mexicano de Fibrilación Auricular (ReMeFa),” *Gac. Med. Mex.*, vol. 150, no. s1, pp. 48–59, 2014.
3. J. E. H. Arthur C. Guyton, *Fisiología Médica-Elsevier España (2006).pdf*.
4. G. J. Tortora, B. Derrickson, J. E. Hall, and M. Noguera, *Principios de Anatomía y Fisiología*, vol. 11a Edicio, no. 2. 2016.
5. P. Rivas, “Electrocardiograma,” May-2018.
6. Anonimo, “Ciclo Cardíaco y Función Ventricular.” [Online]. Available: http://fisiopuj.tripod.com/Guias/n_ventricular.pdf.
7. My EKG, “Fibrilación Auricular.” [Online]. Available: <http://www.my-ekg.com/arritmias-cardiacas/fibrilacion-auricular.html>.
8. and R. A. H. Valentin Fuster, Richard A. Walsh, *Hurst’s The Heart*, 13th ed. 2011.
9. J. E. Hall, “Tratado de fisiología médica,” Elsevier España, 2016.
10. M. EKG, “Arritmias Ventriculares.” [Online]. Available: <http://www.my-ekg.com/arritmias-cardiacas/arritmias-ventriculares.html>.

Hacia la Medición Automática de Habilidades Blandas

Manuel Guerrero-Gracia, Oscar Mario Rodríguez-Elias,
María Trinidad Serna-Encinas, Abelardo Mancinas-Gonzalez

Tecnológico Nacional de México/I.T. de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
manuel_mgg@hotmail.com, omrodriguez@ith.mx, tserna@ith.mx,
amancinasg@ith.mx

Resumen. Para cubrir una vacante de un puesto de trabajo se debe considerar el grado de habilidades técnicas (duras) y blandas con las que cuenta un candidato. El problema radica en medir el grado de habilidades blandas con las que cuenta un candidato. Se han llevado a cabo diferentes tipos de estrategias que ayudan a realizar dicha actividad, pero teniendo la gran desventaja de requerir al menos un experto para realizar la evaluación. La medición automática de habilidades blandas resulta útil para el apoyo al reclutamiento de recursos humanos. En este sentido, en este trabajo se propone el desarrollo de un sistema que permita medir de manera automática el grado de habilidades blandas con las que cuenta una persona, permitiendo ahorrar tiempo y mejorar la eficiencia en la selección de personal.

Palabras clave. Habilidades blandas, medición de habilidades blandas, recursos humanos, perfil de conocimiento.

1 Introducción

Actualmente, las empresas se han visto envueltas en un cambio drástico respecto a la selección de nuevos empleados, ya que se da una gran importancia a las habilidades blandas. En una investigación dirigida por la universidad de Harvard, la fundación Carnegie y el centro de investigación de Stanford [1], se observó que “el 85 % del éxito en el trabajo proviene de tener habilidades blandas y solo el 15% del éxito laboral proviene de habilidades técnicas y conocimientos”. Para apoyar el reclutamiento de recursos humanos, se han propuesto técnicas, estrategias y sistemas como el concepto de perfil de conocimiento, y una ontología [2] para su descripción, así como un sistema [3] que utiliza el perfil de conocimiento y la lógica difusa para validar el grado de cumplimiento del perfil de un candidato con respecto al perfil requerido para un puesto de trabajo. Dichas herramientas de apoyo se han enfocado a los conocimientos técnicos, el problema radica en que para un empleador es difícil saber en qué grado una persona cuenta con ciertas habilidades no técnicas (blandas), lo que tiene como consecuencia que la selección de empleados sea poco certera.

Guerrero-Gracia M, Rodríguez-Eliás OM, Serna-Encinas MT, Mancinas-Gonzalez A (2018) Hacia la Medición Automática de Habilidades Blandas. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):187-193

Para atender esta problemática, se propone un sistema de software que pueda realizar automáticamente la medición de las habilidades blandas para apoyar al reclutamiento eficiente de candidatos para los puestos de trabajo en áreas de desarrollo de software, y evitar tener una selección errónea de personal. Como parte importante, se ve necesaria la identificación y clasificación de habilidades blandas que se consideran importantes en áreas de desarrollo de software, para delimitar el desarrollo del sistema a empresas en dicho ramo.

El resto de este trabajo se organiza de la siguiente manera, primeramente, se presenta el marco teórico necesario para llevar a cabo el desarrollo del sistema, desde las habilidades blandas hasta el impacto que causan en recursos humanos, posteriormente, se describen los resultados que se esperan obtener con la realización del proyecto, para finalizar se puntualizan las conclusiones obtenidas hasta el momento.

2 Marco teórico

Los principales temas en que se fundamenta este trabajo son las habilidades blandas, las habilidades blandas más requeridas en recursos humanos, la forma de medirlas, así como el concepto de perfil de conocimiento.

2.1 Habilidades blandas

“Las habilidades blandas son aquellas que se usan cuando un humano interactúa con otro humano” [4]. Para fines de este proyecto se definió a las habilidades blandas como el conjunto de actitudes y capacidades con las que cuenta una persona, para interactuar con otras, con el propósito de afrontar problemas y lograr metas en común.

En la literatura, varios autores se han enfocado en clasificar habilidades que son consideradas como blandas, por ejemplo: responsabilidad, pensamiento crítico y trabajo en equipo, las cuales, según [5], son un factor importante a considerar en la selección de recursos humanos para las empresas. En [6] se menciona que tienen tanta importancia que son reconocidas como el diferenciador número uno por los empleadores.

2.2 Recursos humanos

Para cubrir las actividades y operaciones de una empresa es necesario contar con personal, al igual que se necesitan recursos financieros, recursos materiales y recursos tecnológicos, de ahí deriva el nombre de recursos humanos [7]. En [8] se plantea que los recursos humanos en empresas de desarrollo de software pueden ser incluso más importante que los recursos técnicos, por lo que se busca que en los profesionistas de tecnologías de información, se tenga un equilibrio entre las habilidades blandas y las habilidades duras [4]. Al consultar distintos autores, tales como [5-6] [9-10] se puede concluir que las habilidades blandas más requeridas en áreas de desarrollo de software son: Trabajo en equipo, comunicación, resolución de problemas y adaptabilidad.

Para la selección de recursos humanos tomando como base las habilidades blandas existen varias evaluaciones, como las mencionadas por [11]: psicotécnicas, de personalidad, dinámicas de grupo, centro de evaluación, grafología y toma de referencias.

2.3 Medición de habilidades blandas

En [12] se dice que regularmente para conocer las habilidades blandas de una persona se debe basar en lo que la persona dice sobre sí misma, esto se convierte en un gran problema, ya que conforme a palabras de [13], “En algunos casos los individuos responden a preguntas de maneras que son consideradas más socialmente aceptables o lo que piensan que el investigador quiere oír”. Sin embargo, se han realizado diferentes estrategias de evaluación de habilidades blandas, tal es el caso de las mencionadas por [14] donde se utilizan tres tipos de estrategias, entre ellas: ejercicios en grupo, evaluación de roles y en base a entrevistas.

Las estrategias antes mencionadas cuentan con la desventaja que necesitan a personas expertas atentas a la realización de la actividad para analizar resultados. Por lo anterior se han llevado a cabo herramientas de apoyo para la medición de habilidades blandas de una manera más fluida, que se considera automática, ya que no necesita la supervisión de un experto. Entre las herramientas de apoyo podemos encontrar: 16 PF (Sixteen Personality Factor Question) y Personality and preference Inventory (PAPI) Kostick, ambas basadas en la aplicación de un cuestionario con N cantidad de preguntas, cada uno con sus diversas variantes para la percepción de diferentes habilidades.

2.4 Perfil de conocimiento

En palabras de [2] el perfil de conocimiento se puede definir como, “Conjunto de rasgos estructurados que describen el conocimiento requerido, asociado a los recursos y capacidades, que permitan habilitar la generación dinámica de competencias laborales, competencias de los procesos clave y competencias distintivas que generen valor a la organización”. En [15] se refuerza la definición, “un perfil de conocimiento nos permite definir a un individuo o rol organizacional desde la perspectiva de los conocimientos que generan las competencias para llevar a cabo las tareas de los procesos clave de las organizaciones”.

Es importante tener un perfil de conocimiento lo más detallado posible, para agilizar la asignación de puestos de trabajo y tener un porcentaje de acierto más alto.

3 Sistema propuesto

Se propone un sistema que permita evaluar a un candidato al puesto de trabajo por medio de un test, para determinar el grado con el que la persona cuenta de cierta habilidad blanda.

También se busca que el resultado de la evaluación se utilice como complemento del sistema valorador del perfil de conocimiento (SVPC) [3].

3.1 Metodología

La propuesta del sistema fue basada en la investigación realizada, la cual fue estructurada de la siguiente manera: primeramente, se buscó dejar en claro qué son las habilidades blandas, el conocer algunas de ellas y su descripción. Después se filtró cuales habilidades blandas son más requeridas en recursos humanos, procediendo a identificar cuáles son las más requeridas específicamente en áreas de desarrollo de software, para finalmente identificar cuál de las antes mencionadas es la más importante desde el punto de vista de un empleador, con el fin de implementar en el sistema el algoritmo correcto para la medición de dicha habilidad.

3.2 Arquitectura propuesta

El sistema cuenta con el módulo de evaluación, donde al usuario se le permitirá llevar a cabo su evaluación solamente una vez, primeramente, debe seleccionar qué habilidad blanda es la que se requiere evaluar, procediendo a realizar el test y obteniendo finalmente los resultados. En el módulo de evaluación, el usuario también puede acceder a sus resultados obtenidos, siempre y cuando se haya realizado la evaluación de por lo menos una habilidad. Finalmente, el sistema podrá interactuar con el SVPC. Lo descrito anteriormente se puede apreciar en la Figura 1.

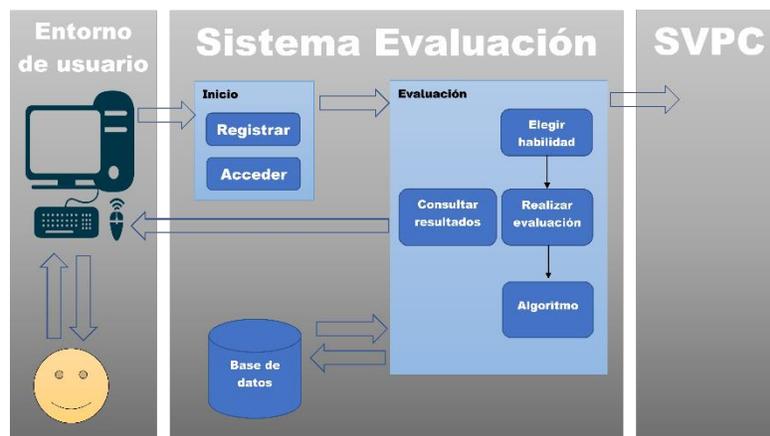


Figura 18. Arquitectura propuesta para el sistema de medición automática de habilidades blandas.

3.3 Validaciones propuestas

Para asegurar que la arquitectura propuesta cumplirá las expectativas de los usuarios potenciales, se han propuesto las validaciones respecto a necesidad, eficiencia y tiempo, las cuales son descritas a continuación.

Necesidad: Para validar si el sistema realmente es necesario en el ámbito empresarial, se realizará una encuesta a personas expertas en recursos humanos o alumnos próximos a egresar de posgrado que estén familiarizados con el tema.

Eficiencia y tiempo: Para llevar a cabo esta validación se propone contar con el apoyo de un experto en habilidades blandas. La propuesta se plantea en 2 puntos importantes, el primero es que un usuario utilice el sistema para llevar a cabo la medición de la habilidad blanda, por otro lado, el experto evaluará de manera tradicional al mismo usuario del punto uno. Con lo anterior se busca hacer una comparativa en los resultados, para validar si el sistema arroja resultados similares a los que la persona experta obtuvo con el método tradicional, y a su vez, verificar si dicha medición fue realizada por el sistema en mayor o menor tiempo que el utilizado por el experto.

4 Resultados

Con el trabajo realizado se ha obtenido el desarrollo de una propuesta arquitectónica para la medición automática de habilidades blandas. La arquitectura se enfocará en sus inicios en habilidades blandas específicamente requeridas en el área de desarrollo de software, las cuales se han definido gracias a la investigación realizada. De las habilidades seleccionadas se concluyó que el trabajo en equipo es la primera de las habilidades en la que nos enfocaremos para realizar el algoritmo que permita llevar a cabo su medición de una manera automatizada.

La propuesta será desarrollada en un sistema web, iniciando con el análisis y modelado, que incluye la toma y descripción de requerimientos, diagrama de contexto, diagrama y descripción de casos de uso, diagramas de robustez y diagrama de secuencia. En el desarrollo del sistema se utilizará html5, CSS y JavaScript para front-end, mientras que para back-end será utilizado PHP y SQL. Por último, las pruebas serán realizadas tomando como referencia las validaciones explicadas en el punto 3.3.

5 Conclusiones

En el presente documento se logró describir la importancia que las habilidades blandas han tomado en el mundo actual, principalmente en el ámbito laboral y de manera específica en el área de desarrollo de software, haciendo énfasis a la selección de recursos humanos, y lo importante que es conocer el grado con el que una persona cuenta con distintas habilidades blandas.

Se planteó la propuesta de un Sistema que apoyará a la selección de personal para vacantes a puesto de trabajo, basándonos en el desarrollo de un algoritmo que permita llevar a cabo la medición de una habilidad blanda, dando como resultado el grado con el que una persona cuenta con dicha habilidad. Lo anterior con el fin de una selección más rápida, eficiente y sin la necesidad de contar con la presencia de personas expertas en el momento. La continuación del trabajo realizado se enfocará en la investigación/realización del algoritmo que permita evaluar habilidades blandas, específicamente la habilidad de trabajar en equipo.

Agradecimientos.

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico otorgado al primer autor mediante la beca número 476436.

Referencias

1. The Real Skills Gap - National Soft Skills Association, <http://www.nationalsoftskills.org/the-real-skills-gap/>.
2. Velázquez Mendoza, M. de J.: Construcción de un modelo para el diseño de perfiles de conocimiento, (2013).
3. Rosas Daniel, J.A.: Construcción de un modelo de lógica difusa para la validación de perfiles de conocimiento de personal, (2015).
4. Tannahill, G.: A study of soft skills for IT workers in recruitment advertising. Capella University. (2008).
5. Matus, O., Gutierrez, A.: Habilidades Blandas : Una ventaja competitiva en la formación tecnológica. (2006).
6. Quiñonez Alvarado, E., Durán Salazar, G.: Desarrollo de soft skills una alternativa a la escasez de talento humano. Res. J. Vol. 1, 59–76 (2016).
7. Chiavenato, I.: Administración de recursos humanos El capital humano de las organizaciones. (2015).
8. Acuña, S.T., Juristo, N., Moreno, A.M.: Emphasizing human capabilities in software development. IEEE Softw. 23, 94–101 (2006).
9. Orsted, M.: Software development engineer in Microsoft. A subjective view of soft skills required. Int. Conf. Softw. Eng. ICSE 2000 New Millenn. 539–540 (2000).
10. Rodríguez-Elias, O.M., Ortega-Encinas, L.U., Rodríguez-Pérez, J.M., Meneses-Mendoza, S.R., Fonseca-Chon, I.: Estudio Piloto sobre los Conocimientos más Importantes para los Ingenieros de Software en México. DIFU100ci@. 8, 119–125 (2014).
11. Corral, P.F.: Reclutamiento y Selección por Competencias. 1–56 (2007).
12. Ortega Goodspeed, T.: Desenredando la conversación sobre habilidades blandas. El Diálogo. (2016).
13. Farrington, C.A., Roderick, M., Allensworth, E., Nagaoka, J., Keyes, T.S., Johnson, D.W., Beechum, N.O.: Teaching Adolescents To Become Learners The Role of Noncognitive Factors

in Shaping School Performance : A Critical Literature. Chicago Univ. Chicago Consort. Chicago Sch. Res. 1–106 (2012).

14. Groh, M., Bank, W., Mckenzie, D., Bank, W., Vishwanath, T., Bank, W.: Reducing information asymmetries in the youth labor market of Jordan with psychometrics and skill based tests. World Bank Econ. Rev. 29(suppl_1, S106–S117 (2015).
15. Rosas Daniel, J.A.: Diseño de un sistema para valoración de perfiles de recursos humanos. Coloq. Investig. Multidiscip. 3, 403–414 (2015).

Propuesta de una Metodología Utilizando Minería de Datos para Detectar Áreas de Oportunidad en el Proceso de Atención del Cáncer de Mama

Angélica Enriquez-Amaya¹, Raquel Torres-Peralta¹, Federico Cirett-Galán¹, Gerardo Sanchez-Schmitz¹, Jose M. Juarez²

¹Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial,
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
angelica.enriquez.88@gmail.com, rtorres@industrial.uson.mx,
fcirett@industrial.uson.mx, gsanchez@industrial.uson.mx

²Universidad de Murcia, Facultad de Informática.
Campus de Espinardo 30100, Murcia, España.
jmjuarez@um.es

Resumen. La minería de datos ha mejorado varios campos de la vida del ser humano basándose en patrones y tendencias descubiertas. En el cuidado de la salud, la minería de datos ayuda a la mejora de procesos reduciendo el tiempo de consulta de espera del paciente y, con la ayuda de algoritmos inteligentes, asistiendo en diagnósticos que resultan más acertados que los efectuados por un médico. En este artículo se presenta una propuesta metodológica para apoyar el proceso de atención de pacientes con cáncer de mama utilizando técnicas de minería de datos, que permita identificar áreas de oportunidad para establecer señalamientos y sugerencias de mejora en una institución de salud pública del estado de Sonora.

Palabras clave: Minería de datos, cáncer de mama, demora en la atención.

1 Introducción

Las tecnologías de información tienen una contribución importante en el cambio de paradigmas en salud pública, tanto para evitar y reducir los errores clínicos, como en la mejora de procesos y flujos de trabajo de las instituciones de salud; la minería de datos ha mejorado varios campos de la vida del ser humano, basándose en patrones y tendencias descubiertas determinando nuevos conocimientos y proporcionando diagnósticos [1]. En los países de primer mundo la implementación de minería de datos ayuda a una reducción del tiempo de espera del paciente en términos de consulta y/o diagnósticos por parte del

Enriquez-Amaya A, Torres-Peralta R, Cirett-Galán F, Sanchez-Schmitz G, Juarez JM (2018) Propuesta de una Metodología Utilizando Minería de Datos para Detectar Áreas de Oportunidad en el Proceso de Atención del Cáncer de Mama. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):194-200

médico, lo que conlleva a una atención médica de calidad que es una de las claves del éxito de las instituciones de salud [2].

Por lo anterior, se propone desarrollar una metodología como apoyo en la atención de pacientes con cáncer de mama, que permitan identificar áreas de oportunidad para establecer señalamientos y sugerencias de mejora, utilizando técnicas de minería de datos para identificar casos prioritarios o derechohabientes con alto riesgo, así como el análisis de procesos para la optimización de recursos en el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado de Sonora (ISSSTESON), institución de salud pública que cuenta con alrededor de 177 mil 411 derechohabientes [3].

Los apartados posteriores incluyen el fundamento teórico, una situación actual de la institución, una propuesta metodológica basada en minería de datos y finalmente se plantean los resultados y las conclusiones esperadas.

2 Marco teórico

2.1 Minería de datos

La minería de datos es el proceso de extraer conocimiento de grandes cantidades de datos, que consta de varios pasos: extracción y recolección, limpieza e integración, selección y transformación de datos, extracción de conocimiento y finalmente visualización y comunicación [4]. Los métodos de minería de datos incorporan técnicas de estadística, inteligencia artificial, aprendizaje automático (machine learning) y sistemas de bases de datos [2].

2.2 Cáncer de mama

Desde hace varias décadas la tasa de cáncer de mama ha aumentado, siendo el de mayor incidencia entre las mujeres a nivel mundial y ocupa el primer lugar entre los motivos de muerte [5], [6], [7]. Según un estudio [8], existen varios factores de riesgo biopsicosociales (factores biológicos y psicológicos [9]) en el desarrollo del cáncer de mama; los resultados del estudio determinaron que el mayor riesgo de contraer cáncer de mama fue para las mujeres de los 40-59 años. El incremento de cáncer de mama está vinculado a los estilos de vida, las transiciones demográficas y epidemiológicas; o bien a la falta de programas de detección precoz en países de bajos o medianos ingresos, donde la disponibilidad de servicios es de 35% mientras que en los países de ingresos altos es de 95% [5]. La Organización Mundial de la Salud (OMS) promueve programas nacionales para el control de cáncer de mama entre los que destaca el control integral del cáncer, que abarca la prevención, la detección precoz, el diagnóstico y tratamiento, la rehabilitación y los cuidados paliativos [10].

La demora en iniciar un tratamiento podría reducir la supervivencia en pacientes con cáncer de mama [11], [12], [13], [14]; según Ángeles-Llerenas et al. [11], el porcentaje de supervivencia para América Latina va de 66 a 78%. Según Flores-Luna et al. [14], observan que existe un 59.9% de supervivencia a cinco años, sin embargo los casos que fueron

detectados en la primera etapa (estadio clínico I) tuvieron una supervivencia mayor de 82%, mientras que los pacientes cuyo caso fue detectado en la última etapa tuvieron un 15% de supervivencia (estadio clínico IV); adicionalmente Richards et al. [15], mencionan que los pacientes que inician un tratamiento de 3 a 6 meses después de los primeros síntomas, tuvieron una supervivencia a cinco años significativamente más baja que los que esperaron menos de 3 meses.

Según Ángeles-Llerenas et al. [11], mencionan que se deben considerar 4 variables de tiempo en el retraso en la atención médica:

- tiempo total en días naturales desde el primer síntoma hasta el inicio del tratamiento;
- tiempo en días naturales desde el primer síntoma hasta la consulta con un médico acerca de los síntomas;
- el tiempo en días naturales desde la recepción de los resultados de la mamografía hasta los resultados de la biopsia diagnóstica, y
- el tiempo en días naturales desde la biopsia hasta el inicio del tratamiento.

Adicionalmente Ángeles-Llerenas et al. [11] comentan que los retrasos en la atención médica pueden ser por 2 motivos:

- retraso del paciente, que surge de un retraso en la búsqueda de atención médica después del autodescubrimiento de un posible síntoma de la enfermedad, y
- retraso del sistema, que incluye, el tiempo para obtener citas, programar pruebas de diagnóstico, recibiendo un diagnóstico definitivo e iniciar el tratamiento.

En este proyecto se pretende agilizar el proceso de atención, así como detectar derechohabientes con alto riesgo y motivarles a la autoexploración y estudios periódicos para la detección temprana de la enfermedad en la población afiliada a ISSSTESON.

2.3 Uso de la Minería de Datos

Un ejemplo práctico de la implementación de minería de datos en el ISSSTESON está en el caso de estudio de Llanes-Robles et al. [16], tiene como objetivo detectar brotes infecciosos y virales, seleccionando los casos de dengue, chinkunkunya, diarrea y rickettsiosis. El desarrollo del método para la detección de estos brotes, proveerá estrategias de medicina preventiva con base al comportamiento de la demanda de los servicios médicos en el área de consulta en los centros de atención.

Otro caso de estudio realizado también en el ISSSTESON es el de Sanz-Moreno et al. [17], cuyo objetivo es la medicina preventiva para diabetes y obesidad, la minería de datos se propone como metodología para detectar a los derechohabientes con potencial de desarrollar alguna de estas enfermedades, generando reportes periódicos para lograr una contribución valiosa a la toma de decisiones y generar estrategias de prevención.

3 Descripción del problema a abordar

El estudio se realizará en una Institución de Salud Pública del Estado de Sonora, que actualmente cuenta con bases de datos que contienen registros de los seguimientos a pacientes de cáncer de mama del año 2013 al 2018.

Aunque existe un gran número de estudios sobre la detección y tratamiento del cáncer de mama, en México no se está analizando el proceso de atención de esta enfermedad, lo que puede estar generando cuellos de botella en el tiempo de atención, desde la detección hasta que termina un tratamiento; siendo el tiempo un factor crucial para la supervivencia del paciente, que, al no medirse no puede ser mejorada. La institución desea analizar los registros disponibles con los que cuenta, con fin de tener un mayor conocimiento sobre la enfermedad entre sus derechohabientes y establecer medidas para mejorar sus procesos, de igual forma se requiere mejorar en medicina preventiva haciendo uso de las nuevas tecnologías para alcanzar una atención médica de alto nivel.

4 Propuesta de solución

En base a lo anterior se tiene como propuesta desarrollar un procedimiento apoyado en minería de datos, que permita identificar derechohabientes con alto riesgo de padecer cáncer de mama, así como áreas de oportunidad para establecer señalamientos y sugerencias de mejora en el proceso de atención de la enfermedad, a través de la exploración de los datos disponibles en los registros y seguimientos de pacientes desde el 2013.

La primera etapa consiste en analizar el comportamiento en los últimos años mediante estadística descriptiva, para tener visión del estado actual de la institución.

En la segunda etapa se prepararán los datos y se identificarán las variables que serán utilizadas por un algoritmo de agrupamiento, seleccionando a las pacientes de acuerdo a sus características y similitudes, cuáles son los aspectos que las describen y su posible relación con su estado de salud.

En la tercera etapa se identificarán las herramientas de software y algoritmos de inteligencia artificial (AI por sus siglas en inglés), se utilizarán para predecir la probabilidad de padecer la enfermedad en la población derechohabiente, y detectar a los individuos con mayor riesgo para enfocar campañas de medicina preventiva personalizadas, alentando a la revisión periódica y a una vida sana. Lo anterior lleva a elaborar informes que incluyan señalamientos y sugerencias de mejora para apoyar el proceso de atención de pacientes con cáncer de mama.

En la figura 1 se observa la metodología antes propuesta.

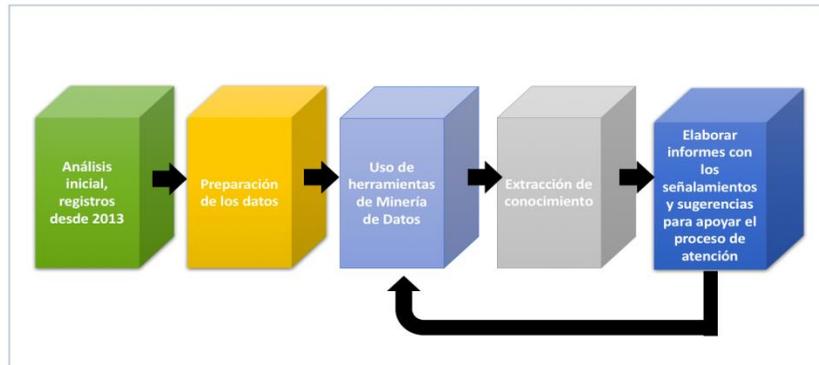


Figura 1. Propuesta metodológica para generar contenido informativo.

5 Resultados

El presente proyecto se encuentra en la fase uno de diagnóstico, y se espera que al implementar la metodología se obtengan informes con señalamientos y sugerencias de mejora, que apoyen el proceso de atención del cáncer de mama desde su detección hasta el término de su tratamiento, evaluando cada paso en la atención al paciente y detectando cuellos de botella o causas de retrasos en los procedimientos. Además, se pretende identificar a los derechohabientes con alto riesgo o casos prioritarios, promoviendo prácticas de autoexploración y chequeos periódicos para la detección precoz de la enfermedad en la población afiliada a la institución.

6 Conclusiones

Con este proyecto se espera que se obtengan algunos beneficios, como la mejora del proceso de atención del cáncer de mama, y así garantizar un rápido tratamiento, lo que podría resultar en un aumento en la probabilidad de supervivencia de las pacientes, además de ayudar a la institución a agilizar procesos para una atención pronta, y así obtener una radiografía de la cadena de atención de los pacientes con cáncer con el fin de tener una oportunidad de mejora. Por otro lado, una atención pronta puede facilitar la detección de cáncer de mama, lo que da la posibilidad de aplicar tratamientos que suelen ser más eficaces, menos complejos y menos costosos. Así mismo, una persona que fue detectada con cáncer de mama en fases tempranas y recibe un tratamiento eficaz a tiempo, puede seguir trabajando y seguir apoyando económicamente a sus familias.

El uso de los recursos tecnológicos con que contamos en la actualidad pueden contribuir considerablemente a la mejora de procesos en áreas sensibles, como la salud, ayudando a proporcionar servicios médicos de calidad.

Referencias

1. Silachan, K, y Tantasanawong, P, 2011, Evaluation Information Extraction for Health Text Categories Using C4.5 and Naïve Bayes. Proceedings Of The European Conference On Information Management & Evaluation, pp. 403-411, Business Source Complete, EBSCOhost, viewed 26 December 2017.
2. Gheorghe, M., y Petre, R., 2014. Integrating Data Mining Techniques into Telemedicine Systems. *Informatica Economica*, 18(1/2014), 120–130.
3. Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado de Sonora, 2016. Programa Institucional para la Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado de Sonora.
4. Han, Jiawei., Kamber, Micheline., y Pei, Jian., 2011. *Data Mining: Concepts and Techniques*. 3rd ed. Morgan Kaufmann Publishers.
5. de la Vara-Salazar, E., Suárez-López, L., Ángeles-Llerenas, A., Torres-Mejía, G. y Lazcano-Ponce, E., 2011. Tendencias de la mortalidad por cáncer de mama en México, 1980-2009. *Salud Pública de México*, 53(5), 385–393.
6. Lorente, R. R., Hernández, M. C. R., Durán, D. H. y Lien, T. G. T., 2011. Experiencia en mujeres con cáncer de mama durante un trienio. *Revista Cubana de Obstetricia Y Ginecología*, 37(3), 349–358.
7. Guler, E. N., 2017. Gene Expression Profiling in Breast Cancer y Its Effect on Therapy Selection in Early-Stage Breast Cancer. *European Journal of Breast Health*, 13(4), 168–174.
8. Ozkan, M., Yildirim, N., Disci, R., Ilgun, A. S., Sarsenov, D., Alco, G. y Ozmen, V., 2017. Roles of Biopsychosocial Factors in the Development of Breast Cancer. *European Journal of Breast Health*, 13(4), 206–212.
9. Organización Panamericana de la Salud, 2011. Implementación del modelo biopsicosocial para la atención de personas con discapacidad a nivel nacional.
10. Organización Mundial de la Salud, nd. Cáncer de mama: prevención y control. [online]. Available from <<http://www.who.int/topics/cancer/breastcancer/es/index3.html>> [30 de octubre 2017]
11. Ángeles-Llerenas, A., Torres-Mejía, G., Lazcano-Ponce, E., Uscanga-Sánchez, S., Mainero-Ratchelous, F., Hernández-Ávila, J. E., Hernández-Ávila, M., 2016. Effect of care-delivery delay on the survival of Mexican women with breast cancer TT - Efecto de la demora en la atención sobre la supervivencia de mujeres mexicanas con cáncer de mama. *Salud Pública de México*, 58(2), 237–250.
12. Allemani, C., Weir, H. K., Carreira, H., Harewood, R., Spika, D., Wang, X.-S., Bannon, F., Ahn, J.V., Johnson, C.J., Bonaventure, A., Marcos-Gragera, R., Stiller, C., Azevedo e Silva, G., Chen, W.Q., Ogunbiyi, O.J., Rachet, B., Soeberg, M.J., You, H., Matsuda, T., Bielska-Lasota, M., Storm, H., Tucker, T.C., Coleman, M.P., the CONCORD Working Group., 2015. Global surveillance of cancer survival 1995–2009: analysis of individual data for 25 676 887 patients from 279 population-based registries in 67 countries (CONCORD-2). *Lancet (London, England)*, 385(9972), 977–1010.
13. McLaughlin, J.M., Anderson, R.T., Ferketich, A.K., Seiber, E.E., Balkrishnan, R., Paskett, E.D., 2012. Effect on survival of longer intervals between confirmed diagnosis and treatment initiation among low-income women with breast cancer. *J Clin Oncol* 2012;30(36):4493-4500.
14. Flores-Luna, L., Salazar-Martinez, E., Duarte-Torres, R.M., Torres-Mejía, G., Alonso-Ruiz, P., Lazcano-Ponce, E., 2008. Prognostic factors related to breast cancer survival. *Salud Publica Mex* 2008;50(2):119-125.

15. Richards, MA., Westcombe, AM., Love, SB., Littlejohns, P., Ramirez, AJ., 1999. Influence of delay on survival in patients with breast cancer: a systematic review. *Lancet*1999;353(9159):1119-1126.
16. Llanes-Robles, M.L., Torres-Peralta, R., Cirett-Galán, F., Perez-Soltero, A., 2017. Propuesta Metodológica de Análisis de Georreferenciación Apoyado con Técnicas de Minería de Datos para la Vigilancia Epidemiológica. *Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora*, 3(1/2017), 205-210.
17. Sanez-Moreno, E.A., Torres-Peralta, R., Cirett-Galán, F., Barceló-Valenzuela, M., 2017. Propuesta de una Metodología Utilizando Minería de Datos para Estrategias de Medicina Preventiva Más Eficaces. *Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora*, 3(1/2017), 211-217.

Propuesta para gestionar el capital intelectual de un proceso de innovación

Mario Barcelo-Valenzuela^{1†}, Dulce María Pasos-Zayas², Gerardo Sanchez-Schmitz³

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial,
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
¹mbarcelo@industrial.uson.mx, ²dulcema.pasos@gmail.com,
³gsanchez@industrial.uson.mx

Resumen. La innovación es un factor determinante para el éxito de las organizaciones en general, pero para aquellas cuyo objetivo es innovar, es prioritario, hacer un uso provechoso de los recursos de capital intelectual en su proceso. Cuando no se cuenta con una estrategia para gestionar estos recursos, es posible que no puedan llevar a cabo los ajustes internos necesarios para afrontar los cambios continuos del entorno, disminuyendo su eficacia y eficiencia productiva, evitando el éxito de la organización. Es por ello, que derivado de una revisión literaria, se realiza una propuesta para gestionar los recursos de capital intelectual en un proceso de innovación.

Palabras clave: Innovación, procesos de innovación, capital intelectual

1 Introducción

La innovación está considerada como uno de los principales factores de competitividad [1], este fenómeno ha recibido una atención considerable en la investigación científica, puesto que cubre un amplio espectro de cambios en el seno de las organizaciones, y se considera esencial para la subsistencia [2] y crecimiento sostenible de estas [3,4]. En términos simples la esencia de la innovación es crear nuevamente el mundo de acuerdo con una visión o ideal particular [5].

Para lograr que las organizaciones se vuelvan innovadoras deben tener la capacidad de integrar y aprovechar todos los recursos de capital intelectual que posee, por ello este artículo tiene por objetivo proponer un modelo para gestionar el capital intelectual en un proceso de innovación, para aprovechar mejor sus recursos y con ello, eficientar y mejorar el desarrollo de innovaciones.

Barceló-Valenzuela M, Pasos-Zayas DM, Sanchez-Schmitz G (2018) Propuesta para gestionar el capital intelectual de un proceso de innovación. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):201-207

La estructura del documento muestra en primera instancia el marco de referencia donde se fundamentan la investigación, seguido de una breve descripción de la problemática, la propuesta de solución, los posibles resultados y beneficios esperados así, como las conclusiones al desarrollar y aplicar el modelo propuesto.

2 Marco teórico

Cohen y Levinthal [6] señalan que la innovación es la capacidad de la organización para reconocer el valor de nueva información, asimilarla y aplicarla con fines comerciales, Tsuji et al., [7] establece que se deben incluir los recursos disponibles en la organización que llevan a crear innovación. Tushman [8] ha argumentado que el desarrollo y difusión de la innovación se puede ver como un proceso compuesto por varias fases.

Edvinsson y Sullivan [9] reconocen los recursos de las organizaciones como los conocimientos que pueden ser usados para generar beneficios en ella, Davenport y Prusak [10] definen el conocimiento como una combinación fluida de experiencias enmarcadas en valores, información contextual y pericia que proporciona un marco para evaluar e incorporar experiencias e información. En una organización el conocimiento puede encontrarse de forma tácita y explícita. La primera se refiere al conocimiento en la mente de sus trabajadores y equipo de trabajo adquirido a través de la experiencia [11], representando todo aquel conocimiento no verbalizado, intuitivo [12], que es transferido a través de la interacción personal, en forma de modelos mentales, habilidades y técnicas [13] que según Pérez-luño, Alegre y Valle-cabrera [14] es difícil de transmitir de forma sistemática y lógica, es entendido y aplicado por los que lo poseen y es difícil de imitar. La segunda se identifica como aquel que ha sido formalizado (codificado) y se expresa fácilmente, puede ser facilitado por tecnologías de la información [13,15] y es fácil de procesar [14], se presenta en activos de conocimiento que son de hecho propiedad de la compañía como: propiedad intelectual, procesos, metodologías, modelos, documentos y otros artefactos de conocimiento, redes de computadoras y software, sistemas administrativos, entre otros [16].

Rezende, Correia y Gomes [17] describe que cuando los conocimientos han sido “formalizados, capturados y apalancados”, generan lentamente riqueza en las organizaciones, que según [18] al ser identificados, valorados, compartidos y gestionados, crean activos de mayor valor, permitiendo tener ventajas competitivas, lograr el éxito y garantizar su supervivencia, entonces estos recursos de conocimiento son englobados como un activo mayor que se denomina capital intelectual.

La gestión de los recursos de conocimiento del capital intelectual en las organizaciones puede ser realizado a través de distintas estrategias, como las presentadas por Hansen y Nohria [19] de codificación (capturar y almacenar el conocimiento para que sea accesible a los usuarios) y personalización (enfocada en compartir y transferir el conocimiento), haciendo énfasis en utilizar una combinación de estas presentando un enfoque principal en una de ellas y la segunda como soporte de la primera.

Chang [20] desarrolló un modelo de cinco elementos para gestionar los recursos de conocimiento de un centro de investigación y desarrollo de la industria del metal en Taiwán, el cual consideró una estrategia combinada de personalización y codificación propuestas [19], con enfoque principal en estrategia de personalización que influyó para la implementación de herramientas que permitiera capturar y compartir el conocimiento del centro de investigación. Los resultados de la implementación de la herramienta permitieron que los ingenieros en los departamentos tuvieran mayor gusto por compartir e intercambiar conocimientos, proponer nuevas ideas, revisarlas y aprobarlas. Se mejoró el control del desarrollo de las ideas a través de un proceso definido que finalmente reflejó un aumento de financiamiento en nuevos proyectos. Además, se incrementó el capital intelectual al almacenarse los activos de conocimiento generados durante el desarrollo de las ideas.

Benton [21] realizaron un estudio empírico en diferentes organizaciones japonesas que desarrollan la gestión de la innovación a través de las estrategias propuestas [19] con los enfoques combinados de personalización y codificación, para evaluar el efecto de la gestión en la innovación en el desempeño de estas organizaciones. Los resultados obtenidos evidenciaron un alto uso de conocimiento tácito y explícito, donde las actividades relacionadas a estos conocimientos tienen un efecto positivo en los rendimientos de la organización, mientras estas actividades son gestionadas a través de las estrategias de gestión en la innovación señaladas previamente.

3 Descripción del problema.

El proyecto se desarrollará en un centro de investigación perteneciente a un corporativo del sector privado de origen mexicano, este centro de investigación tiene por objeto desarrollar tecnologías propias a través de la investigación aplicada.

Los productos y servicios se desarrollan a través de un proceso de innovación definidos internamente en base a requisitos externos e internos; las actividades de cada fase se encuentran distribuidas entre los integrantes, las cuales se ejecutan según la experiencia adquirida por cada uno de ellos en el proceso de innovación, esto ha llevado a que en ocasiones algunas actividades sean omitidas por necesidad de reaccionar ante situaciones del entorno, posteriormente estas actividades se retoman en distinto orden, implicando que se efectúen apresuradamente para dar cumplimiento simplemente a la actividad, pudiendo no ser la mejor opción.

Algunas de las actividades de las fases del proceso de innovación presentan una falta de control, implicando que aproximadamente el 70% de los proyectos lleguen a término de forma exitosa.

El conocimiento que poseen los trabajadores y experiencias en relación con el desarrollo de los proyectos se mantiene de forma tácita en cada uno de ellos, provocando que sea difícil de compartirlo con el resto de los integrantes del equipo, esto pone en riesgo al área ante el potencial peligro de rotación de personal, que pueda provocar perder

los conocimientos del know how adquiridos, haciendo que los nuevos elementos que se integren al área, inicien desde cero el desarrollo de las actividades.

Los documentos de origen externo electrónico y en físico, así como las experiencias de los investigadores que se plasman en bitácoras o medios de almacenamiento personales, carecen de control, son difíciles de acceder, recuperar y compartir, poniendo en riesgo la pérdida de experiencias, información y conocimientos.

Los medios para la gestión de los proyectos en el proceso de innovación son deficientes y no aportan ninguna facilidad segura para el seguimiento y medición del estatus de estos.

4 Propuesta de Solución

En base a lo mencionado previamente y dado que el centro de investigación bajo estudio carece de una definición de las actividades del proceso de innovación, que se encuentra de forma tácita entre los integrantes y trae efectos que impactan de forma negativa al tratar de medir y controlar algunas fases del proceso, se realiza una propuesta de modelo de cuatro etapas, tomando como referencia los trabajos de Chen [20], Albers [15] y Ozseker [22], la cual refleja el proceso a seguir para lograr resolver la problemática bajo estudio (figura 1):

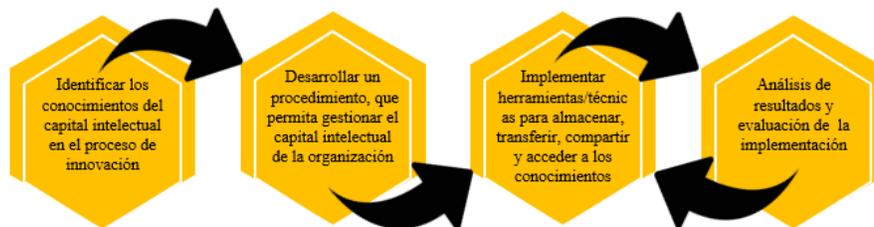


Fig. 1. Etapas del modelo propuesto (elaboración propia)

A continuación, se hace una descripción de cada una de las etapas que conforman el modelo propuesto en la investigación.

Etapa 1, *Identificar los conocimientos del capital intelectual del proceso de innovación*, se busca identificar los conocimientos presentes en los trabajadores derivado de la experiencia adquirida en el proceso de innovación, que permita establecer el uso de los conocimientos del capital intelectual.

Etapa 2, *Desarrollar procedimientos*, el procedimiento surgirá de la captura de los conocimientos identificados en la etapa anterior, mediante un análisis y valorización de los conocimientos de actividades que deban ser ejecutadas siempre para lograr culminar con éxito cualquier innovación.

Etapa 3, *Implementar herramientas o técnicas para almacenar, compartir y acceder*, se pretende en esta etapa poner a disposición una herramienta o técnicas que permita

almacenar, transferir, compartir los conocimientos que se generan en el proceso de innovación que pudieran ser reutilizados facilitando su reuso.

Etapa 4, *Evaluar los resultados de la implementación*, tiene por propósito evaluar por un periodo comprensible la eficiencia del proceso de innovación implementando el procedimiento desarrollado a través de indicadores definidos en el centro de investigación.

5 Resultados y Beneficios Esperados

La investigación pretende desarrollar un modelo para gestionar el capital intelectual en el proceso de innovación, el cual permitirá al centro de investigación aprovechar de mejor forma sus recursos de conocimiento y con ello, eficientar y mejorar el desarrollo de nuevos productos y servicios especializados.

Algunos de los beneficios que se esperan es identificar y capturar las actividades del proceso de innovación, que permitan establecer en procedimientos las actividades, para lograr tener una ejecución de estas que pueda ser medible y controlada, así mejorar la eficiencia de la ejecución exitosa de proyectos. Capturar el conocimiento y experiencias de los trabajadores en el proceso de innovación para que sea fácil de compartir con los trabajadores y conservar los conocimientos del know how del proceso. Además, se adquirirá mayor control sobre documentos físicos y electrónicos al proporcionar herramientas que permitan acceder, recuperar y compartir estos.

6 Conclusiones

Gestionar el capital intelectual en organizaciones que miran hacia el futuro a través de sus innovaciones, puede ayudar a mejorar sus competencias, crear productos de alto valor, aumentar su eficiencia y generar mayor valor en la organización [17].

Por ello, identificar y documentar las actividades, responsabilidades y relaciones de las actividades en el proceso de innovación, proporcionará al centro de investigación bases que potencialicen el uso eficiente del capital intelectual, al brindarles actividades definidas que ayuden a enfocar su esfuerzo en el cumplimiento de metas claras.

A sí mismo, a través de la implementación de una herramienta que almacene, transfiera, comparta y permita acceder a los conocimientos generados mediante la experiencia en el desarrollo de proyectos fomentará reusar el conocimiento, promoviendo un ambiente para la generación de nuevas ideas encausadas a innovar, lo cual es el objetivo principal de la organización. (Davenport and Prusak 1998)

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la UNISON por su apoyo económico.

Referencias

1. Aramburu, N., Sáenz, J. y Blanco, C. E.: Structural capital, innovation capability, and company performance in technology-based colombian firms, *Cuadernos de Gestion*, 15(1), pp. 39–60 (2015)
2. Suñe, A., Bravo, E., Mundet, J. y Herrera, L.: Buenas prácticas de innovación: Un estudio exploratorio de empresas tecnológicas en el sector audiovisual español, *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*. Elsevier, 18(2), pp. 139–147 (2012)
3. Özer, P. G.: The Moderating Effect of Human Capital on Innovation Capital and Firm Market Value Relationship: An Application on BIST, *Int. journal of management economics and business* (2017)
4. Smit, J.: The Innovation Value Chain and Adaptability of Organizations, *Journal of International Technology and Information Management*, 24(3), pp. 57–74 (2015).
5. Nonaka, I. y Takeuchi, H.: La empresa creadora de conocimiento, *Gestión del conocimiento*, pp. 1–9 (1995)
6. Cohen, W. M. y Levinthal, D. A.: Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation Wesley M. Cohen; Daniel A. Levinthal *Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation*, *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp. 128–152 (1990)
7. Tsuji, M. Ueki, Y., Shigeno, H., Idota, H. y Bunno, T.: R&D and non-R&D in the innovation process among firms in ASEAN countries: Based on firm-level survey data, *European Journal of Management and Business Economics* (2018)
8. Tushman, M. L.: Special Boundary Roles in the Innovation Process (1977)
9. Edvinsson, L. and Sullivan, P.: Developing a model for managing intellectual capital, *European Management Journal*, 14(4), pp. 356–364 (1996)
10. Davenport, T. and Prusak, L.: *How organizations manage: What they know*, *Harvard Business Review* (1998)
11. Nonaka, I. and Takeuchi, H.: La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación, pp. 61–103 (1995)
12. Polanyi, M.: The logic of tacit inference, *Philosophy*, 41(155), pp. 1–18 (1966)
13. Choi, B. and Lee, H.: Knowledge management strategy and its link to knowledge creation process., *Expert Systems with Applications*, 23, pp. 173–187 (2002)
14. Pérez-luño, A., Alegre, J. and Valle-cabrera, R.: Technology Analysis & Strategic Management The role of tacit knowledge in connecting knowledge exchange and combination with innovation, *Technology Analysis & Strategic Management*. Taylor & Francis, 0(0), pp. 1–13 (2018)
15. Albers, J.: A practical approach to implementing knowledge management, *Journal of Knowledge Management Practice*, 10(1), pp. 1–12 (2009)
16. Stewart, T.: Intellectual capital, *Q Finance*, pp. 1–4 (2013)
17. Rezende, J. F., Correia, A. A. and Gomes, B. A.: The intellectual capital and the creation of value in research units linked to the Brazilian Ministry of Science

- Technology and Innovation, *RAI Revista de Administração e Inovação*, 14(3), pp. 199–215 (2017)
18. Venugopal, D., Nambi, S. T. and M., L.: A Data Envelopment Analysis Approach to Performance Efficiency of Intellectual Capital – Case of Titan Company Limited, *SDMIMD Journal of Management*, 9(2), p. 1 (2018).
 19. Hansen, M. T. and Nohria, N.: What ' s Your Strategy for Managing Knowledge ?, *Harvard Business Review*, March-April, pp. 1–10 (1999)
 20. Chang, W.-C.: Fostering knowledge management deployment in R, *R*, 40(1), pp. 45–493 (2007)
 21. Benton, R. M. C.: Management innovation and firm performance : the mediating effects of tacit and explicit knowledge, *Knowledge Management Research & Practice*. Palgrave Macmillan UK (2017)
 22. Ozseker, D. B.: Towards a model of destination innovation process : an integrative review, *The Service Industries Journal*. Taylor & Francis, 0(0), pp. 1–23 (2018)

Estrategia de minería de datos para la identificación de jóvenes en riesgo de abandono escolar en preparatorias

Erick Alonso Castro-Navarro, José Luis Ochoa-Hernandez, Gerardo Sánchez-Schmitz

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
erick.cn89@gmail.com, joseluis.ochoa@industrial.uson.mx,
gsanchez@industrial.uson.mx

Resumen. La retención de los alumnos en las instituciones de educación media superior es de gran importancia para un país, ya que mientras más preparado se encuentren, mejor futuro tendrá él y beneficiará a los involucrados. En la presente investigación se estudia el problema de deserción que tienen los alumnos de preparatoria, enfocándose en el número de alumnos que desertan, tratando de reducir al máximo estos casos. Actualmente, la preparatoria cuenta con un área de orientación educativa, la cual intenta atacar, estudiar y resolver este problema, sin embargo, el proceso que se lleva a cabo para su identificación no está dando los resultados esperados, además de que emplea más de la mitad del tiempo del semestre. Para ello, se propone implementar un estudio basado en Minería de Datos, que ayude a identificar de forma eficiente aquellos alumnos que presenten riesgo de abandonar sus estudios y puedan ser atendidos de forma temprana.

Palabras clave: minería de datos, deserción estudiantil, abandono escolar.

1 Introducción.

Las tecnologías de la información y la comunicación nos han proporcionado una nueva visión del mundo que conocemos, reduciendo el tiempo dedicado a las tareas que comúnmente podrían llevarnos días, semanas, meses e incluso años [7].

También han hecho posible que la información sea más fácil de capturar, almacenar y distribuir [1], de igual manera han hecho que esta sea más difícil de analizar, procesar, comprender e interpretar. Las organizaciones, por lo tanto, requieren comprender toda esa información para que les ayude a explotar de manera eficaz esa fuente de datos [4].

La Minería de Datos (MD) es un concepto que ha trascendido como un ejemplo de avance tecnológico, la cual proporciona a las organizaciones la oportunidad de realizar análisis muy complejos en menor tiempo y con mayor eficacia [11], pudiéndose aplicar en diferentes sectores, tanto científicos, ingenieriles o comerciales. Una de las finalidades de

Castro-Navarro EA, Ochoa-Hernandez JL, Sánchez-Schmitz G (2018) Estrategia de minería de datos para la identificación de jóvenes en riesgo de abandono escolar en preparatorias. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):208-213

la Minería de Datos, es la de encontrar patrones que nos acerquen al comportamiento de los datos para poder comprenderlos.

Este concepto, se ha introducido en el nivel educativo para dar solución a diversas situaciones. Una de ellas, es la predicción, tratando de etiquetar a aquellos jóvenes que se encuentra en riesgo de abandonar la escuela y/o identificar aquellos motivos que dieron origen a este suceso.

Las instituciones educativas de nivel Medio Superior, buscan ofrecer una sólida formación integral y de calidad a sus alumnos, que les permita acceder a sus estudios superiores o introducirse al ámbito laboral para la realización de sus proyectos de vida. La Secretaría de Educación Pública define la deserción escolar como el abandono de las actividades escolares antes de terminar algún grado o nivel educativo, se conoce que la eficiencia terminal es insatisfactoria, ya que solo el 57% termina el bachillerato.

Es por ello por lo que se pone en operación el departamento de orientación educativa por la Dirección General de Bachillerato (DGB), con el objetivo de prevenir, formar e integrar al alumno del bachiller, con actividades que le permiten detectar y atender los factores de riesgo para evitar la deserción escolar.

El objetivo de esta investigación es realizar una propuesta de Minería de Datos que mejore el proceso de identificación de estudiantes con riesgo de abandonar sus estudios, empleando los instrumentos actuales y tratando de hacerlo en el menor tiempo posible, ya que el tiempo actual ocupa prácticamente la mitad del semestre.

El artículo se ha estructurado de la siguiente forma: En el punto 2 se presenta el marco teórico que muestra una revisión de la literatura y estudios previos que brindan el conocimiento sobre las herramientas y estrategias que están siendo utilizadas en diferentes partes del mundo en el sector educativo. Enseguida viene el punto 3 con la descripción del problema, el punto 4 que describe la metodología que se intenta seguir. El punto 5 presenta los resultados y el 6 las conclusiones.

2 Marco Teórico.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se han convertido en una de las herramientas más significativas para cualquier organización que desee recopilar y analizar de forma eficaz y eficiente los datos generados día a día [13]. Las aplicaciones tecnológicas y la implementación de técnicas de inteligencia artificial están destinadas ayudar a tomar decisiones en escenarios donde la cantidad de información complica el análisis por los expertos [4], por tanto, para realizar un análisis a profundidad de forma automática, han surgido una serie de técnicas que facilitan el procesamiento avanzado de los datos, sin embargo, es la transformación a conocimiento y la aplicación de éste, lo que genera valor [2].

Entre las tecnologías más relevantes en los últimos años para analizar abundantes cantidades de información se encuentra la minería de datos (MD), la cual se ha vuelto indispensable para examinar y obtener resultados [5]. La MD es una nueva tecnología de manejo y análisis de información que aprovecha la capacidad existente no solo para

procesar, almacenar y transmitir datos a gran velocidad y a bajo costo, sino también para hallar un contenido específico dentro la diversidad de fuentes existentes, lo cual resulta muy útil para las organizaciones, pues les permite tomar decisiones mejor fundamentadas para su futuro [1]. El proceso de extracción del conocimiento contempla siete pasos los cuales son: selección, procesamiento, transformación, MD, interpretación y evaluación. Donde su meta es utilizar grandes volúmenes de datos para descubrir patrones ocultos y relaciones útiles en la toma de decisiones en base a modelos predictivos y descriptivos [15].

El análisis predictivo es un proceso que permite estimar eventos a raíz del análisis de datos históricos y presentes a través de métodos estadísticos y reconocimiento de patrones [8]. Por esto, existe una tendencia al uso de la MD en el área de educación [10], la minería de datos en la educación (MDE) no es un concepto nuevo, su estudio y aplicación ha tomado mayor relevancia en los últimos años, ya que permite encontrar patrones que caracterizan el comportamiento de los estudiantes con base en sus logros, evaluaciones y dominio del contenido de conocimiento [3].

En un estudio realizado por [13] debido a la preocupación por los altos índices de abandono escolar en México, elaboró un diseño para la automatización de un modelo predictivo del rendimiento académico de los estudiantes en el Politécnico Nacional, ya que se contaba con un bajo rendimiento académico de los estudiantes. Donde se obtuvo un 73% de exactitud en la predicción, utilizando el proceso completo de la aplicación de las técnicas de MD basándose en el algoritmo de Naïve Bayes.

En un estudio realizado por [12], se realizó un sistema para la automatización del área de tutorías de la Universidad de Jocotitlán, Estado de México, debido a que se contaba con alto grado de abandono escolar, el departamento decide aplicar estrategias de MD para mejorar la toma de decisiones por parte de la institución. Este sistema se basa en la aplicación de encuestas de forma digital, las cuales son analizadas por la herramienta de minería de datos WEKA, donde se logra obtener patrones de comportamientos comunes entre los estudiantes y resultados preliminares de los factores que influyen en la deserción y el bajo desempeño de los estudiantes.

3 Descripción del problema abordar.

El Colegio de Bachilleres del Estado de Sonora, cuenta con el área de orientación educativa (OE), que tiene como objetivo detectar a los alumnos que tengan alguna probabilidad de abandonar la institución, sin embargo, el área tiene dificultades para realizar la detección adecuada de los estudiantes, lo que genera que los alumnos con problemas académicos y psicológicos no puedan ser detectados oportunamente, ocasionando que estos abandonen la institución.

Actualmente el proceso de detección de alumnos en riesgo se basa en un cuestionario que se aplica al inicio de cada semestre, este cuestionario contiene 49 preguntas divididas en 7 aspectos: 1) Datos generales, 2) situación laboral, 3) Situación cultural, 4) condiciones de estudio, 5) valoración familiar, 6) condiciones de salud y 7) hábitos alimenticios y rendimiento académico. De las 49 preguntas, los docentes consideran como riesgo, aquel

joven que responde positivamente a por lo menos una de las siguientes preguntas; ¿Piensas que no cuentas con las habilidades adecuadas para salir adelante?, ¿Has estado a estado a punto de quitarte la vida?, ¿Has pensado que vale más morir que vivir?, esto debido a que la información es analizada de forma manual, esto provoca que se omita toda la información correspondiente de los demás rubros de la encuesta, lo que indica que existe una gran cantidad de información que no es procesada para su análisis y toma de decisiones.

Una vez aplicado el cuestionario, la información es examinada, en base a sus respuestas, los orientadores determinan los casos positivos y se entrevistan con ellos para corroborar la información que el alumno generó en el cuestionario, en base a esa percepción, se toman las decisiones. Actualmente este proceso está llevando un tiempo estimado de 45 días, lo que representa aproximadamente un 57% de avance del semestre, es decir, se ha cursado más de la mitad de este.

Esto denota que el proceso de detección realizado por los orientadores no se lleva a cabo de forma eficaz y eficiente, lo que provoca que gran parte de los alumnos no sean detectados a tiempo y abandonen la institución.

4 Desarrollo de la solución.



Figura 19. Propuesta de solución (Desarrollo personal)

La propuesta de solución consta de 4 etapas principales:

1) Recopilación de información: se deberá elaborar, retomar o modificar un instrumento para la recolección de datos, donde se deberán considerar los factores principales que implican que un alumno deserte. 2) Transformación de datos: los datos obtenidos deberán seguir un reprocesamiento, es decir, seleccionar la información que es realmente relevante,

además de estandarizar aquellos donde las preguntas sean abiertas para que la minería de datos sea más eficiente. 3) Minería de datos: Deberán aplicarse las técnicas de minería de datos para obtener información acerca del comportamiento de los datos con la finalidad de extraer patrones que no ayuden a identificar jóvenes en riesgo. 4) Evaluación: Deberá realizarse una evaluación, para determinar la efectividad de las herramientas de minería de datos, esta evaluación se realizará en función a la comparación de los resultados detectados por el área de orientación educativa y de la herramienta de minería de datos.

5 Resultados.

Con el apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación se busca establecer un nuevo proceso basado en Minería de Datos que mejore el método de análisis y los tiempos de detección de los alumnos en riesgo. Permitiendo que los orientadores centrarse en aquellos alumnos que están en riesgo de una manera oportuna.

6 Conclusiones.

En la revisión de los casos de estudio se puede observar investigaciones similares a lo propuesto en esta investigación, por lo que podemos mencionar que la aplicación de herramientas de minería de datos nos apoya en la mejora la detección y el análisis de jóvenes en riesgo, por tanto, se espera implementar algunas herramientas de minería de datos con la finalidad de reducir los tiempos de detección realizados e incrementar la eficacia en el departamento de manera significativa.

Referencias

1. Altamiranda, L., Peña, A. M., Ospino, M., Volpe, I., Ortega, D. y Cantillo, E., 2013. Minería de datos como herramienta para el desarrollo de estrategias de mercadeo B2B en sectores productivos, afines a los colombianos: una revisión de casos. Sotavento mba, vol. 22, pp. 126-136.
2. Azoumana, K. 2013. Análisis de la deserción estudiantil en la Universidad Simón Bolívar, facultad Ingeniería de Sistemas, con técnicas de minería de datos. Pensamiento Americano, vol. 6, pp. 41-51.
3. Ballesteros, A., Sanchez-Guzman, D., Garcia, R., 2013. Minería de datos educativa: Herramienta para la investigación de patrones de aprendizaje sobre un contexto educativo. Lat. Am. J. Phys. Educ., Vol.7, No. 4.
4. Caraveo, L., Sepúlveda, C., 2009. Aplicación de minería de datos para la detección de anomalías: un caso de estudio. Workshop internacional EIG2009.
5. Castoreña, J.A., Silva, A.E, Domínguez, A.J., Rodríguez, D.L., 2018. El uso de herramientas tecnológicas de minería de datos en el análisis de datos climatológicos.

- Revista iberoamericana de las ciencias computacionales e informática, Vol. 7, num. 13.
6. Herrera Santi, P., 1999. Principales factores de riesgo psicológicos y sociales en el adolescente, *Revista Cubana de Pediatría*, 71(1), pp. 39–42.
 7. Malberti M., Klenzi R., Beguerí G., 2017. Análisis, interpretación y toma de decisiones estratégicas en la Ciencia de los Datos. Workshop de investigadores en Ciencias de la computación RedUNCI2016.
 8. Marz, N., Warren J., 2015. *Big Data: Principles and best practices of scalable realtime data systems*. Primera Edición. Greenwich, CT USA.
 9. Mitra, S., Acharya, T., 2003. *Data Mining: Concepts and Algorithms From Multimedia to Bioinformatics*, John Wiley & Sons, Inc.
 10. Peña, A. A., 2014. Educational Data Mining: A Survey and a Data Mining-Based Analysis of recent Works. *Expert Systems with Applications*, vol. 41, pp. 1432- 1462.
 11. Pita, G. E. C. (2018). Las TICs en las empresas: evolución de la tecnología y cambio estructural en las organizaciones. *Dominio de las Ciencias*, 4(1), 499-510.
 12. Reyes-Nava, A., Allan F., Alejo R., Rendón-Lara, E., 2017. Minería de datos aplicada para la identificación de factores de riesgo en alumnos. *Research in Computing Science*, vol. 139, pp. 177-189.
 13. Rico, A., Sanchez, D., 2018. Diseño de un modelo para automatizar la predicción de rendimiento académico en estudiantes del IPN. *Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*, vol. 8, no. 16.
 14. Ruiz, J., 2011. Herramientas para la investigación en tecnologías de la información y la comunicación. Casos de estudio. *Revisa de Currículum y Formación del Profesorado*, 15(1), pp. 139-149.
 15. Sharma, A., Sharma, R., Sharma, V., Shrivatava, V., 2014. Application of data mining – a survey paper. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, vol. 5(2), pp. 2023-2025

Una propuesta para integrar un DSS en el área comercial de una empresa alimenticia

Luis Felipe Romero-Dessens¹, Sergio Hugo Montaña-Martín del Campo²

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial,
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
luisfelipe.romer@unison.mx¹, shmontano@hotmail.com²

Resumen. En el entorno dinámico en el que viven las empresas gracias a la globalización, cobran gran importancia las decisiones que toman los directivos y gerentes de dichas organizaciones. Estas decisiones deben realizarse de una forma eficaz, respaldadas con información. Es aquí donde las tecnologías de la información han sido de gran ayuda, como herramienta al facilitar la gestión de la información buscando generar valor agregado para las empresas. La presente propuesta, está enfocada en desarrollar una metodología que integre un sistema de soporte a la toma de decisiones (DSS) en el área comercial de una empresa alimenticia, con la finalidad de mejorar la gestión de su información al tenerla de una forma clara y apropiada para apoyar la administración de recursos y solución de problemas dentro de la organización.

Palabras clave: Información, toma de decisiones, tecnologías de la información (TI), sistema de soporte a la toma de decisiones (DSS)

1 Introducción

La toma de decisiones en las empresas y organizaciones es vital para sus operaciones ya que definen, no solo su éxito y fracaso, su permanencia en el mercado elegido. Existe una gran competencia en el mercado que exige cada vez nuevas estrategias, por lo tanto, los sistemas de soporte de decisiones (DSS) son un elemento fundamental para los empresarios ofreciéndoles un soporte estable al momento de tomar las decisiones. El DSS busca ser una herramienta que beneficie principalmente al gerente y directivos de las empresas al darles la posibilidad tener perspectivas futuras de la gestión de la organización, permitiéndoles así tomar mejores decisiones frente a los problemas que se presenten [1].

A continuación, se presentan aspectos conceptuales sobre la información, las tecnologías de la información en las empresas, la toma de decisiones y algunos otros términos importantes para la investigación. Posteriormente, se describe la problemática existente

Romero-Dessens LF, Montaña-Martín del Campo SH (2018) Una propuesta para integrar un DSS en el área comercial de una empresa alimenticia. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):214-219

dentro de una empresa. En seguida, se plantea una metodología para integrar un DSS al área comercial de dicha empresa. Finalmente, se exponen las conclusiones que hacen referencia básicamente a las posibles contribuciones futuras de la metodología propuesta.

2 Marco teórico

En este apartado se presentan aspectos conceptuales referente a la información, el uso de las tecnologías de la información en las empresas y sus importancias para la toma de decisiones.

La información se ha convertido en un bien de consumo que existe la necesidad de gestionar para garantizar la explotación de los datos y el conocimiento de la empresa. La información es un recurso estratégico para las empresas, pero, no siempre se le da su respectivo valor, por lo que no suele gestionarse eficazmente, poniendo en peligro el desenvolvimiento y la supervivencia de dichas organizaciones. Su uso eficiente permite la mejora de los flujos de información y optimiza los procesos organizacionales [2]. Como lo exponen Pérez y Placer “la competitividad de las organizaciones se ve comprometida por su capacidad de reacción y adaptación al entorno, mediante una adecuada gestión de la información y el conocimiento que dé lugar a nuevos productos y a procesos más eficientes” [3].

La gestión de la información requiere una planificación a escala de empresa, no a nivel de departamento ya que está debe de estar íntimamente ligada a la estrategia de negocios de la empresa. Al gestionar la información se debe identificar de qué información se dispone, quien la tiene o dónde se halla en cada momento, determinar las actividades fundamentales de la empresa y qué información es necesaria para llevar a cabo esas actividades correctamente. No se pueden seguir generando mecanismos para recoger y almacenar información si simultáneamente no se generan mecanismos que aseguren la utilización de esa información, siendo así el verdadero reto de las empresas el saber utilizar la información con la que esta interactúa [4].

Las tecnologías de la información han venido obteniendo cada vez un papel más importante en la economía global, brindando nuevas oportunidades a las empresas. Sin embargo, esto conlleva a su vez un reto, ya que es necesario que sean capaces de implementar las nuevas tecnologías que se incorporan al mercado para seguir siendo competitivas en un mundo en rápido cambio [5]. Por ello, es importante resaltar que, las tecnologías de la información no pueden seguir considerándose como meros instrumentos de reducción de costos. Deben utilizarse para manejar mejor la información de la que dispone la empresa, con el fin de conseguir las ventajas competitivas y generar así nuevos beneficios. El objetivo del diseño de todo sistema debe satisfacer las necesidades de información del usuario. La productividad de la empresa depende de que el suministro de información de calidad se produzca puntualmente, al tener información adecuada para el usuario en el momento preciso [4].

Las empresas son sistemas cuyas partes están interrelacionadas por tramas a veces muy complejas, por ello, las decisiones son muy importantes y constituyen la forma más directa

en que un gerente o directivo crea o destruye valor [6]. La toma de decisiones bien sea a corto o largo plazo, puede definirse en términos más simples como el proceso de selección entre uno o más cursos alternativos de acción [7].

El proceso de toma de decisiones abarca la definición de problemas, recopilación de datos, generación de alternativas y selección de un curso de acción, que permitirá resolver un problema [8]. Para tomar decisiones, la información es uno de los factores de gran importancia ante tal evento, la información en combinación con el riesgo de los directivos de una empresa logra una decisión. La cual puede ser positiva o negativa hacia el negocio, depende en gran parte de poseer información exacta y completa, para minimizar riesgos ante la toma de decisiones [1].

Los sistemas de soporte a la decisión (DSS), son sistemas de información que basan sus procesos en el conocimiento proporcionando soluciones a problemas no estructurados [9]. Estos sistemas son un conjunto de componentes muy importantes dentro de una organización porque permiten capturar, procesar, almacenar y distribuir la información y al mismo tiempo realizar un proceso de retroalimentación, para evaluar y corregir los procedimientos de planeación y toma de decisiones. La necesidad de tener información exacta y a tiempo, ha traído como resultado que los sistemas de información hayan incrementado el auge de los sistemas de soporte administrativo apoyando a los ejecutivos y gerentes en sus tareas en general y en la toma de decisiones. [10].

En Ecuador, en el 2014, se implementó un DSS para el ruteo de vehículos, con el objetivo principal de desarrollar un sistema de información para control de las unidades, que además tuviera las ventajas de operar en el web, y de ofrecer una interfaz gráfica de usuario muy amigable y fácil de usar. En Nicaragua, en el 2011, se realizó un DSS, que contribuya a mejorar la planificación, ejecución y control del presupuesto de la Universidad de Managua, como sistema de apoyo para los directivos mejorando el control del presupuesto de la organización [1].

3 Descripción del problema

El proyecto se llevará a cabo en una pequeña empresa dedicada a la producción, comercialización y distribución de productos alimenticios. Sus clientes directos son las tiendas de conveniencia y minoristas. Uno de los problemas que se presenta ellos es que en la empresa no lleva un adecuado seguimiento de la relación comercial que se tiene con cada uno de ellos, al no tener esta información disponible para su análisis, se dificulta llevar un adecuado control de los niveles de deuda y ventas que se mantienen con cada uno de ellos. Así mismo, esta situación se repite con sus proveedores, al no realizar un correcto rastreo del historial de sus costos, su comportamiento estacional y calidad del producto entregado. Así mismo, existe escasez en la materia prima del producto más vendido por la empresa, dejándola con poca capacidad de negociación con sus proveedores y dificultando su adquisición [11].

Al analizar estas situaciones en la organización, se detectó que carece de información oportuna, confiable y clara que le permita tener un diagnóstico objetivo de la realidad de la

empresa, su relación con los clientes y proveedores. Al no contar con dicha información se dificulta una correcta toma de decisiones dentro de las diferentes áreas de la organización, representando un riesgo para la administración adecuada de los recursos, identificación de problemas y área de oportunidad dentro de la empresa. Existiendo así, obstáculos al tomar decisiones con sustento en datos, debido en gran medida a la existencia de problemas en la visualización, análisis y manejo de la información ocasionando falta de planeación a mediano y largo plazo, impactando en la administración de los recursos de la empresa.

4 Propuesta de solución

A continuación, se propone desarrollar una estrategia para brindar facilidades a la organización en el manejo y visualización de su información mediante un sistema DSS (figura 1).

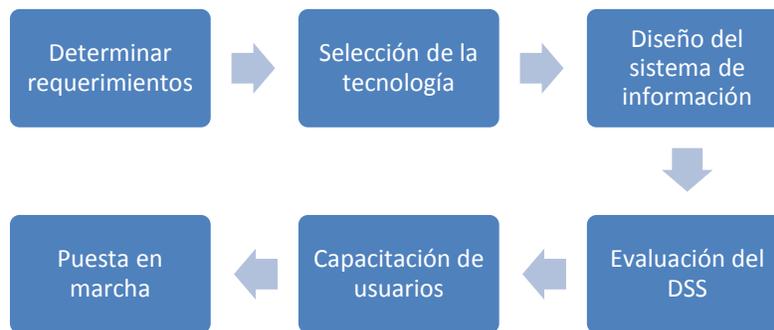


Figura 2 Estrategía propuesta

Para realizar esto es necesario en primera instancia, determinar los requerimientos del sistema de información a implementar y de los usuarios utilizarán este sistema. Para así después, seleccionar la tecnología adecuada para el desarrollo del proyecto tomando en cuenta las condiciones tecnológicas, financieras y proyecciones futuras de la organización. Una vez identificadas las necesidades y entorno de la organización, se procede a diseñar el sistema de información definiendo las variables a controlar, así como a su relevancia en el proyecto, identificando en donde se encuentra la información en la organización y como se pondrá a disposición de la persona correcta en el momento preciso. Al tener desarrollado el DSS se pasará a una fase de evaluación, en donde se validará el funcionamiento del sistema a partir de la obtención de reportes que satisfagan las necesidades de directivos y gerentes soportando la toma de decisiones al brindar información confiable, en tiempo y forma adecuadas. Una vez concluida estas fases del proyecto se continuará con la capacitación a los usuarios, para evitar un error muy común en la implementación de sistemas en donde se deja al responsable de usar el sistema, por un lado. Finalmente se pasará a realizar la puesta en marcha del sistema, en donde se busca acompañar al usuario mientras empieza a utilizar

el DSS buscando establecer una sistemática para incorporar esta tecnología en el día a día de la organización.

5 Resultados y beneficios esperados

Al desarrollar una metodología que integre un sistema de soporte a la toma de decisiones dentro del área comercial de una empresa alimenticia, se espera tener una mejor visualización de la información de una forma clara y oportuna, facilitando la administración de sus recursos, identificación de problemas y áreas de oportunidad. De esta forma se tendrá un mejor control de las ventas de la empresa, conociendo realmente que productos son los que están generando utilidad a la compañía. Cuales están presentando baja en ventas para posteriormente realizar un análisis más profundo con información detallada. A su vez, se espera tener una mejor caracterización de sus productos, identificando tendencias, comportamiento por localidad y cliente para poder realizar estrategias comerciales más asertivas al estar respaldadas con información.

Otro beneficio que se espera se vea reflejado en la empresa al integrar el DSS en sus procesos comerciales, es el bajar el costo de sus adquisiciones al tener un adecuado seguimiento de su relación con proveedores. Conociendo en que época del año es preferible la compra de materia prima de los productos estacionales y que volúmenes adquirir según sus tendencias en las ventas, mejorando así su poder de negociación con proveedores.

6 Conclusiones

De acuerdo con la literatura revisada, cada vez toma más importancia para la competitividad de las organizaciones el correcto manejo de su información y sobre todo el hacer que esta información forme parte del proceso productivo de las organizaciones. Las tecnologías de la información han servido como una herramienta importante para lograr este propósito, apoyando la gestión de la información para buscar obtener un valor agregado para las empresas. El DSS es una herramienta que ha facilitado esta gestión de la información al brindarles a gerentes y directivos el respaldo necesario para tener una mejor visualización de su entorno y poder tomar decisiones soportadas con información.

El proyecto se está llevando a cabo en una pequeña empresa de productos alimenticios, la cual tiene problemas con el manejo de la información al no tener un adecuado seguimiento de los procesos que se realizan dentro de la organización. Por lo que se busca integrar un DSS en el área comercial de la empresa para poder tener información clara y oportuna para la toma de decisiones que conlleven a tener una mejor administración de los recursos y mayor soporte para resolver problemas.

Referencias

1. Castillo, H. noviembre 2015. Sistema de Soporte de Decisiones (DSS), en el Área de comercialización de productos, en el Supermercado La Matagalpa, Matagalpa 2013.
2. Aportela, I. y Gallego, C. Noviembre 2015. La información como recurso estratégico en las empresas de base tecnológica. Universidad Carlos III de Madrid. Facultad de Humanidades, Comunicación y Documentación. Departamento de Biblioteconomía y Documentación.
3. Pérez, D. y Placer, E. septiembre 2011. Vigilancia tecnológica en PyMES industriales del metal: conocimiento, aplicación y medición de sus beneficios. *El Profesional de la información*, vol. 20, no. 5, pp. 495-502. Disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost> DOI: 10.3145/epi.2011.sep.02.
4. Arribas Urrutia, A. marzo 2000. Comunicación en la empresa La importancia de la información interna en la empresa. *Revista Latina de Comunicación Social*, vol. 3, núm. 27. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81932703>
5. Uden, L. 2015. How to promote competitive advantages for SMEs: Issues, ideas and innovation. *Journal of Business Systems, Governance and Ethics*, 2015. Vol 2, No2. Staffordshire University.
6. Gonzalo, G. 2010. Toma de decisiones: elecciones acertadas para el éxito personal y profesional. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Fondo Editorial Planeta.
7. Cutipa, M. 2016. Los estados financieros y su influencia en la toma de decisiones de la empresa regional de servicio público de electricidad - Electro Puno S.A.A. Períodos 2014 – 2015. Universidad Andina. Facultad de ciencias contables y financieras.
8. Reyes, C., Proaño, C. y Gabriela, J. 2017. Impacto de la utilización de sistemas de información en la toma de decisiones gerenciales en las empresas del sector de software en el distrito metropolitano de Quito. Universidad de las fuerzas armadas. Departamento de ciencias económicas, administrativas y de comercio.
9. Medina, G. 14 junio 2004. Implementación de sistemas de soporte a la decisión DSS. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/implementacion-sistemas-soporte-decision/>
10. Ruvalcaba, E. 14 junio 2004. Sistemas de soporte a la decisión o DSS. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/sistemas-soporte-decision-dss/>
11. FIRA. 2016. Maíz. Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial.

Una propuesta para la gestión de la documentación en ambientes tecnológicos

Gerardo Sánchez Schmitz, Renato Limón Badilla, Mario Barceló Valenzuela.

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
renato.limon@gmail.com,

gsanchez@industrial.uson.mx, mbarcelo@industrial.uson.mx

Resumen. Durante el transcurso de los años los equipos de trabajo se han enfrentado a diversas barreras y problemas que les impide alcanzar sus metas. Las dependencias gubernamentales no son ajenas a estos problemas y quizá una de las más importantes, siempre ha sido la falta de comunicación lo que evita la transferencia de conocimiento entre sus trabajadores. El objetivo de este proyecto de investigación es implementar un procedimiento que mejore la documentación, el acceso y la diseminación de la información. Para solucionar esto, se propone la implementación de un procedimiento que ayude a mejorar la documentación y compartición de la información generada en la dependencia, al segmentar el procedimiento en 5 pasos que nos permitirán primero realizar obtener y analizar la información, para después seleccionar indicadores y de estos proponer una solución, misma que una vez implementada se obtendrán resultados y para garantizar la mejora constante del proceso se sugiere una última etapa que analice la información resultante de los pasos anteriores para detectar áreas de mejora e implementar en la siguiente iteración. Lo que garantizará la diseminación del conocimiento entre sus trabajadores.

Palabras clave: Gestión del conocimiento, transferencia de conocimiento, gestión de documentación.

1 Introducción

La acumulación y diseminación del conocimiento en la administración de proyectos ha ofrecido por mucho tiempo múltiples beneficios; como lo son el incremento en la predictibilidad y confianza de que cierta intervención en particular tendrá resultados exitosos [1]. Y que a través de una buena documentación se contribuye al logro de una creciente eficiencia en las operaciones y que esta puede contribuir en la disminución de costos de procesamiento por lo que, la documentación debe presentarse de forma sencilla, clara y concisa [2]

Sanchez Schmitz G, Limon Badilla R, Barceló Valenzuela M (2018) Una propuesta para la gestión de la documentación en ambientes tecnológicos. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):220-225

La gestión del conocimiento (GC) es definida por O'Dell y Grayson citada por Wang, Chiang y Tung [3] como un proceso continuo que da información válida a otros miembros de la organización y les ayuda a actuar de manera adecuada para mejorar el desempeño de la empresa. Con el propósito de administrar la información esparcida entre los individuos, departamentos y otras áreas dentro de la organización.

El objetivo es proponer un procedimiento que mejore la documentación, a través de uso de herramientas de tecnologías de información que permitan mejorar la forma en la que se transfiere el conocimiento entre los empleados y lograr una homogenización de los conocimientos de los trabajadores de la dependencia.

A continuación, se presentan los aspectos teóricos de la literatura revisada, seguida por una explicación del entorno donde se expone el problema. Después se expone el problema a resolver y las soluciones propuestas. Finalmente, se plantean los resultados y las conclusiones esperadas.

2 Marco teórico.

El conocimiento se ha identificado como el recurso más importante para la denominada nueva economía del conocimiento y la mera exposición al conocimiento no es suficiente para garantizar una ventaja competitiva. Una organización con una cultura basada en conocimiento puede jugar un rol estimulante al proveer un ambiente apto para la creación y compartición del conocimiento. Ya que es a través de la capacidad de absorción, la utilización y su flujo constante en la organización, lo que permite llegar al grado en el cual las personas en un grupo se ayudan activamente los unos a los otros. Esto es lo que le da al conocimiento su valor [4] [5].

La gestión del conocimiento (GC) es definida por O'Dell y Grayson citada por Wang, Chiang y Tung [3] como un proceso continuo que da información válida a otros miembros de la organización y les ayuda a actuar de manera adecuada para mejorar el desempeño de la empresa. Con el propósito de administrar la información esparcida entre los individuos, departamentos y otras áreas dentro de la organización. Es importante que cualquier cambio se vuelva intuitivo y sea embebido en la vida diaria de las personas, en lugar de lucir como tareas adicionales. Las actividades de gestión de conocimiento deben de ser actividades que requieran pequeñas cantidades de tiempo y esfuerzo [6]. Y que a través de una buena documentación se contribuye al logro de una creciente eficiencia en las operaciones y que esta puede contribuir en la disminución de costos de procesamiento por lo que, la documentación debe presentarse de forma sencilla, clara y concisa [2].

La acumulación y diseminación del conocimiento en la administración de proyectos ha ofrecido por mucho tiempo múltiples beneficios; como lo son el incremento en la predictibilidad y confianza de que cierta intervención en particular tendrá resultados exitosos. Así como también, asegurarse de que se aprende de las experiencias pasadas, lo que eventualmente mostrará un aumento de resultados positivos [1].

Cuando el conocimiento es compartido entre individuos y organizaciones que usualmente se encuentran dispersos geográficamente, a través de fronteras nacionales y culturales. Resulta en un conocimiento de contenido de carácter técnico, procedimental o estratégico y estar contenido de manera explícita o tácita [7], la organización intenta mejorar la calidad de los procesos existentes en función de la satisfacción de sus clientes, como una manera de desarrollarse sin hacer cambios significativos, lo que se puede lograr si cuenta y trabaja con empleados de conocimiento. Por lo tanto la transferencia de conocimiento, resulta en un desarrollo sustentable y reducción de costos para la organización [8].

Tal es el caso de la investigación realizada por Supelano [2], donde realiza un análisis de manuales de procesos de instituciones de educación superior nacionales (Colombia) e internacionales y también, un análisis cualitativo para la construcción de un modelo de documentación de procesos. La investigación concluye que el modelo propuesto permite cumplir con estándares internacionales, responder a cambios ágiles por los hechos y mejoras que los procesos puedan presentar, lo que permite optimizar tiempo, costos y otros recursos valiosos. Se mantiene la GC en la institución, se logra identificar oportunidades de mejora y se soporta la confidencialidad, la integridad y el resguardo de la información.

También, se investigó en la industria de la construcción en el Reino Unido, a través de entrevistas a gerentes de nivel estratégico, la manera de identificar un conjunto de factores claves para el éxito, y que aseguren la efectividad de las iniciativas de gestión del conocimiento. La investigación sugirió identificar las áreas, procesos y prácticas claves para entender la GC, la integración de las iniciativas al negocio y sugiere los beneficios de una buena comunicación entre los trabajadores [6].

3 Descripción del problema a abordar.

La investigación se realizará en una dependencia gubernamental dedicada al manejo de infraestructura tecnológica necesaria para la operatividad de las aplicaciones que complementan las labores de las dependencias de seguridad pública en el país. Debido a que cuenta con poco personal, es común que los empleados se vuelvan expertos en los proyectos que están involucrados y por el contrario tengan un conocimiento básico o nulo de los proyectos en los que no participan, lo que ocasiona en la dependencia que, al tener una ausencia, las labores se retrasen o incluso se lleguen a detener.

Como parte de los lineamientos de la dependencia se realizan labores de documentación de los procesos elaborados por las diversas áreas involucradas en los proyectos. Se realizan minutas, manuales de instalación, diagramas de arquitectura, diagramas de flujo, diagramas de casos de uso, memorias técnicas, entre otras formas de documentación. Pero debido a la falta de comunicación entre las áreas involucradas en los proyectos, dicha documentación solo es conocida por las personas que las elaboran.

Debido a la falta de comunicación entre áreas, el conocimiento de todos los proyectos se encuentra en unas cuantas personas y existe la posibilidad de que una o varias personas dejen o se ausenten y que los proyectos queden sin resolución. Lo que ocasiona que la

persona que le dé continuidad a las actividades, se vea obligada a aprender “sobre la marcha”, esto puede ocasionar diferentes situaciones como lo son: Que un trabajador de vacaciones o incapacitado tenga que ser molestado para resolver dudas, que la continuidad operativa del área se vea retrasada lo que pondría en riesgo el acceso a la información necesaria para las diversas dependencias de seguridad pública en el país, entre otras.

Durante el transcurso de la investigación se planea averiguar cuáles son las causas que generen la falta de documentación y la compartición de la misma, además de averiguar los procesos existentes utilizados para la documentación del conocimiento organizacional y también, descubrir cómo garantizar que la implementación de estos procedimientos se conviertan en una parte de la rutina diaria de los trabajadores de la dependencia gubernamental.

4 Propuesta de la solución.



Figura 20. Diagrama de la estrategia propuesta.

Una descripción más detallada de la Figura 1 se da a continuación.

En la etapa inicial, *Obtención y análisis de la información*, inicia con la realización de entrevistas para determinar el nivel al que se lleva a cabo la gestión de documentación en el área y posteriormente hacer un análisis de los resultados obtenidos con la finalidad de contar con un panorama más claro del problema y el entorno en el que se desarrolla. En la segunda parte, *Selección de indicadores*, ayudado con la revisión de la literatura sobre investigaciones previas se elegirán los indicadores que causen un mayor impacto en el desempeño organizacional, con la finalidad de diseñar la mejor estrategia a proponer. Seguido de esto, se desarrollará la *Propuesta de solución*, dicha propuesta deberá cumplir con los requisitos definidos en la fase anterior y mejorar la gestión de documentación en la

organización, al implementar una serie de pasos a seguir que permitan de manera fácil y rápida el seguimiento del procedimiento definido. Después, se procede con la *Obtención de resultados*, el objetivo de esta etapa es observar el desempeño de la etapa antes mencionada y recabar la información que se pudiera generar durante su ejecución. Y finalmente, la etapa de *Análisis de resultados*, que nos permitirá gracias a la información recabada, realizar un análisis del impacto real que nuestra estrategia propuesta está obteniendo y de ser necesario realizar ajustes que permitan acercarnos a su rendimiento óptimo en cada iteración.

5 Resultados y beneficios esperados

Se tiene como objetivo generar un procedimiento adecuado para mejorar la transferencia de conocimiento y la gestión de la documentación en la organización que permita una distribución homogénea del conocimiento, lo que mejorará los tiempos de búsqueda de información, fallas por omisiones, entre otras.

Se espera que este procedimiento ayude a cultivar la habilidad de compartir el conocimiento de los trabajadores y a la vez los acostumbre a realizar estas prácticas de manera natural, lo que permitirá garantizar la continuidad del procedimiento implementado.

6 Conclusiones

Debido al siempre cambiante ambiente económico nacional las dependencias de gobierno federal se ven afectadas por cambios en sus presupuestos, lo que ocasiona que se presenten recortes en capacitación, contrataciones, proyectos nuevos, entre otras de sus funciones que impiden alcancen su mejor desempeño.

En la dependencia donde la investigación en mención se lleva a cabo. La implementación de un procedimiento que garantice la transferencia del conocimiento y una buena gestión de su documentación, la ayuda a acercarse a ese estado óptimo de funcionamiento, haciendo mejor uso de los recursos a su disposición. Garantizando que el conocimiento generado y contenido en la organización se cultive y nutra al permitir y motivar a sus empleados a compartirlo.

Referencias

1. Noh, M., Kim, H. and Jang, H., 'Learning performance and business performance of knowledge management organizations: The moderating effect of technological capability', *Information Development*, 32(3), pp. 637–654. doi: 10.1177/0266666914564629 (2014)
2. Chris, B. and Ozgo, E., 'International Human Resources Management.' (June), pp. 1–2. DOI: 10.1007/978-3-319-15308-7. (2015)

3. Wang, K.-L., Chiang, C. and Tung, C.-M. , 'Integration Human Resource Management and Knowledge Management: From the viewpoint of core employees and organizational performance', *International Journal of Organizational Innovation*, 5(1), pp. 109–138 (2012)
4. Bishop James, Bouchlaghem Dino, Glass Jacqueline, Matsumoto Isao, 'Ensuring the effectiveness of a knowledge management initiative', *Journal of Knowledge Management*, 12(4), pp. 16–29. doi: 10.1108/13673270810884228 (2008)
5. López Supelano, K., 'Modelo de automatización de procesos para un sistema de gestión a partir de un esquema de documentación basado en Business', *Universidad & Empresa*, 17(29), pp. 131–155 (2015)
6. Niederman, F., Muller, B. and March, S. T., 'Using Process Theory for Accumulating Project Management Knowledge', *Project Management Journal*, 1(49), pp. 6–24 (2018)
7. Matos, E., 'Knowledge Creation and Transfer: New Research, Nova Science Publishers', Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc (Business Issues, Competition and Entrepreneurship). doi: 10.3732/ajb.0800322 (2016)
8. Urbancová, H. y Vnoucková, L., 'Application of talent and knowledge management in the Czech and Slovak Republics: First empirical approaches', *Economic Annals*, 60(205), pp. 105–137. doi: 10.2298/EKA1505105U (2015)

Desafíos y oportunidades de aplicar tecnología de almacenamiento de datos como apoyo en la toma de decisiones gerenciales en una PyME de la industria fotovoltaica

Ana Laura García de León Villegas¹, Cynthia B. Pérez Castro²

¹Instituto Tecnológico de Sonora Campus, Unidad Nainari,
Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios
Antonio Caso 2266, Villa Itson, C.P. 85130, Cd. Obregón, Sonora, México.
ana.garciadeleon@potros.itson.edu.mx

²Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Guaymas,
Km 3, Carr. a Aeropuerto de Guaymas, 85400 Heroica Guaymas, Son.
cynthia.perez@itson.edu.mx

Resumen. Las PyMES (Pequeñas y Medianas Empresas) mexicanas de la industria fotovoltaica, actualmente pasan por una etapa de evolución tecnológica. Por esta razón, es de su interés adoptar recursos tecnológicos para obtener una ventaja competitiva en el mercado. En el presente artículo se propone un análisis sobre los desafíos y oportunidades mediante el uso de tecnología de un sistema de inteligencia de negocios para el apoyo a la toma de decisiones estratégicas de una empresa de la industria fotovoltaica.

Palabras clave: Almacenamiento de datos, soporte para toma de decisiones, inteligencia de negocios, análisis de requerimientos.

1 Introducción

Los sistemas de inteligencia de negocios (BI, *Business Intelligence*), han sido una de las principales propuestas de solución tecnológica desde hace varias décadas ya que permiten analizar información crítica y con ello, entender desde otra perspectiva el negocio y el mercado [1-3]. Para esto, el diseño y construcción del almacén de datos (datawarehouse) es fundamental en este tipo de sistemas ya que es la fuente de información donde el sistema de inteligencia de negocios lleva a cabo las consultas estratégicas que facilitarán la toma de decisiones. De esta manera, existen diferentes metodologías para el diseño de un datawarehouse [4-6], no obstante la metodología de Ralph Kimball es la más utilizada por varias décadas en diferentes organizaciones por su centralización en la empresa y la naturalidad del proceso.

En ese sentido, en la Figura 1 se muestra la estructura de un almacén de datos, en donde se extrae la información de diversas fuentes (CRM, ERP, Web), para después ser transformados siguiendo el proceso de Extracción, Transformación y Carga conocido como

García de León Villegas AL, Pérez Castro CB (2018) Desafíos y oportunidades de aplicar tecnología de almacenamiento de datos como apoyo en la toma de decisiones gerenciales en una PyME de la industria fotovoltaica. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):226-232

ETL (Extract, Transform and Load). La finalidad del ETL es contar con la información depurada y estructurada para llevar a cabo distintos análisis con los datos, para identificar patrones, relaciones y tendencias que son de utilidad para la toma de decisiones, alertando a los gerentes sobre posibles amenazas u oportunidades para el negocio, [7]. Los empresarios de las PyMEs en México por lo regular toman decisiones con base en la información que tienen en ese momento, que generalmente son reportes en físico, o bien, necesitan que sus empleados les hagan llegar la información requerida para tomar una decisión. Por lo tanto, resulta para el empresario inversión de tiempo y esfuerzo, así como muchas veces pérdida de dinero y de recursos.

En ese sentido, un sistema de BI resulta ser una excelente opción, mediante el cual podrían obtener diversos beneficios presentados en múltiples casos de éxito [1-3]. En el caso de las empresas dedicadas a la energía fotovoltaica en Ciudad Obregón, México, no cuentan con un sistema de inteligencia de negocio que les permita crear nuevas estrategias para obtener mayor ventaja competitiva. Para esto, se está trabajando con una empresa dedicada a proveer servicios de energía fotovoltaica quien será de las primeras en contar con esta tecnología en Ciudad Obregón.

Las empresas de este giro, brindan a los clientes soluciones solares para la reducción de dióxido de carbono en el ambiente y ahorro de energía mediante la auto suficiencia que permiten los sistemas fotovoltaicos siendo una tecnología emergente y en crecimiento. En ese sentido, los empresarios necesitan tomar decisiones que marcan el rumbo de la organización por lo que la información debe ser sólida y en tiempo real para que pueda cumplir sus objetivos empresariales de la mejor manera. El objetivo de este estudio es brindar una visión clara de los desafíos y oportunidades de aplicar la tecnología de almacenamiento de datos (datawarehouse) para la toma de decisiones de la alta gerencia en un PyME mexicana de la industria fotovoltaica.

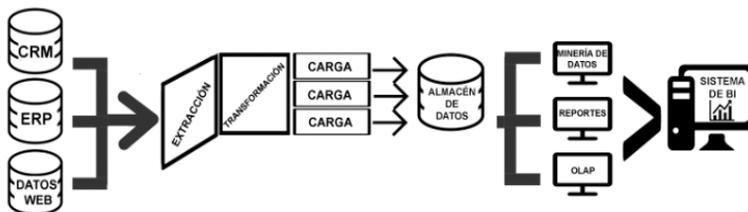


Figura 1. Esquema general de un sistema de inteligencia de negocios.

2 Marco teórico

La inteligencia de negocios es una fuente de información y conocimiento valioso para los responsables de la toma de decisiones al aprovechar una variedad de fuentes de datos, así como información estructurada y no estructurada. La información y los datos pueden residir dentro o fuera de la organización, también pueden obtenerse de múltiples fuentes y estructurarse de diferentes formas [8]. De esta manera, un almacén de datos

(datawarehouse) es un repositorio que almacena la información de forma estructurada que para su construcción, es necesario llevar a cabo el proceso de Extracción, Transformación y Carga denominado ETL. El proceso ETL es una parte de la integración de datos, cuya función completa el resultado de todo el desarrollo de la cohesión de aplicaciones y sistemas. Gracias a los procesos ETL es posible que cualquier organización mueva datos desde una o múltiples fuentes, formatee esos datos y los limpie, cuando sea necesario y los cargue en otro lugar como el almacén de datos, [9]. Una vez que el proceso ETL finaliza se carga la información al almacén de datos para ser usado por el sistema de inteligencia de negocios en el cual se mostrará información relacionada a los requerimientos solicitados por los empresarios.

3 Descripción del problema

Hoy en día, las empresas hacen frente a la competencia globalizada donde la preparación científico-tecnológica y la capacidad de innovación del ser humano están haciendo la diferencia en esta época, presenciando rápidos desarrollos mediante el uso de la tecnología. Dentro de este contexto, tanto las grandes como las pequeñas empresas deben hacer frente al avance tecnológico para poder confrontar las amenazas generadas por la competitividad. En ese sentido, el soporte de toma de decisiones gerenciales es de vital importancia en una empresa en crecimiento, por lo que cada una de las decisiones que tome el empresario direcciona el rumbo al éxito o fracaso de la organización. Un sistema de BI no solo da el soporte necesario para que esta actividad sea sólida y segura, sino que además con la misma información se pueden llegar a desarrollar diferentes técnicas para un análisis más complejo sobre los datos de la organización. Para esto, se llevó a cabo un análisis de las empresas del giro fotovoltaico y de otros giros, en Ciudad Obregón, donde se identificaron desafíos y oportunidades al aplicar tecnología de almacenamientos de datos como apoyo en la toma de decisiones gerenciales, así como también, un análisis de requerimientos como inicio del diseño e implementación de un sistema de BI en una empresa del giro fotovoltaico.

4 Desafíos y oportunidades de aplicar tecnología de almacenamiento de datos en la toma de decisiones gerenciales.

Una empresa se plantea objetivos medibles, claros y alcanzables pero a su vez desafiantes y coherentes con su misión y visión, con la finalidad de lograr un buen posicionamiento y perdurar en el mercado. Por tal motivo, para los empresarios es importante incrementar sus ventas, mantener e incrementar la fidelidad de clientes, tener mayor visibilidad en el mercado, mejorar su competitividad, entre otros.

En ese sentido, el apoyo de la tecnología es crucial para crecer y mejorar la toma de decisiones estratégicas que lleven al negocio a cumplir con su visión y misión. Para ello, los sistemas de BI, son una excelente opción que les permite contar con información en

tiempo real, conocer mejor a sus clientes, identificar patrones y tendencias, así como llevar a cabo reportes avanzados.

Es por ello, que este artículo introduce algunos desafíos y oportunidades referente a los sistemas de BI para la toma de decisiones estratégicas. Para ello, partimos de la identificación de algunas decisiones estratégicas que las PyMEs por lo regular se enfrentan como: administración de los recursos, inversión de nuevos productos o servicios, monitorear las ventas, monitorear la productividad de los empleados, fidelización de clientes, estrategias de mercadeo, entre otros.

En el caso de la empresa de estudio, el interés principal es en el área de ventas, donde interesa conocer clientes frecuentes, así como nichos de mercado desconocidos o en etapa de crecimiento como oportunidad a desarrollar estrategias, también conocer el número de ventas totales por sucursal, entre otros. Así mismo, la empresa se enfrenta a ciertos desafíos al momento de querer invertir en la implementación de un sistema que cuente con este tipo de tecnología, pero a su vez, el implementar estos tipos de sistemas en la organización representa oportunidades de crecimiento y posicionamiento en el mercado.

4.1. Desafíos.

4.1.1 Grado de inversión de software.

El costo de inversión en software dependerá de las funcionalidades que la empresa requiera. En la actualidad, se cuenta con una gran variedad de software para el desarrollo de aplicaciones de inteligencia de negocios tanto de acceso libre como de licencia. En el caso de las PyMEs regionales se conoce que actualmente en el estado de Sonora se cuenta con diez parques solares fotovoltaicos que se encuentran en constante incremento. Respecto al software en este tipo de empresas se sugiere comenzar con software libre o de licencia de bajo costo como PowerBI[‡]. Es importante mencionar que el número de usuarios es de vital importancia para la selección del software que se utilizará, ya que en algunos como PowerBI se paga por usuario, la metodología de Kimball es una excelente opción para una PyME regional, ya que su costo inicial es bajo y el tiempo de desarrollo es inferior [4], en comparación con otras metodologías [5].

4.1.2 Infraestructura tecnológica.

Por lo regular una PyME carece de información almacenada en bases de datos, o en el peor de los casos, no cuentan con información histórica de las operaciones diarias, registros de clientes, compras, etc. Por tal motivo, es un desafío para las PyMEs empezar a implementar estrategias para generar información histórica de tal forma que el sistema de BI pueda ser una realidad ya que muchas de las veces no cuentan con la infraestructura

tecnológica necesaria, y con ello, el desafío es mayor al incrementarse el costo de la inversión. En este caso, la metodología de Kimball [4] también se ajusta de manera conveniente a estas empresas, ya que el alcance puede ser a departamentos individuales con la tecnología existente de la empresa.

4.1.3 Resistencia al cambio.

El avance tecnológico muchas de las veces no va de la mano con la evolución de las organizaciones, tal es el caso de las PyMEs. La experiencia en este sentido, es que al principio la mayoría de las PyMEs desconocen la existencia de este tipo tecnología pero al conocer los beneficios, su interés es inmediato. Sin embargo, hay diversos factores de resistencia, entre los que destacan los cambios internos que eso conlleva, cambio de estrategias y de procesos, así como la resistencia por parte de los empleados quienes prefieren hacer las cosas como tradicionalmente lo hacen. Por lo que una buena metodología como la de HEFESTO [10] sería de gran ayuda, ya que involucra al usuario final en cada etapa para que tome decisiones respecto al comportamiento y funciones del datawarehouse.

4.2. Oportunidades.

4.2.1 Proporciona información clave para la toma de decisiones empresariales.

Al llevar a cabo un análisis de requerimientos, se establece la importancia de las decisiones estratégicas que la empresa necesita llevar a cabo. De esa manera, se diseña el almacén de datos para que pueda responder a las consultas requeridas por los empresarios, la etapa de análisis de requerimientos la desglosan varios autores de metodologías, sin embargo el que más se centraliza en ello es HEFESTO [10] ya que los identifica con el fin de entender los objetivos de la organización y su estructura se adapta con facilidad y rapidez ante los cambios en el negocio.

4.2.2 Permite una mayor flexibilidad y rapidez en el acceso a la información.

El sistema permite llevar a cabo consultas avanzadas desde cualquier dispositivo electrónico (tabletas, teléfono inteligente, computadora, laptop) con conectividad a internet, mediante el cual se pueden generar reportes *ad-hoc*, gráficos personalizados que ayudarán a la alta gerencia contar con información en tiempo real para tomar decisiones tanto estratégicas como operativas. En ese sentido, la mayoría de las metodologías para el diseño del datawarehouse proveen de flexibilidad y rapidez al acceder a la información. Sin embargo, la metodología ágil propuesta por Corr [6], es la que cuenta con un mejor potencial de respuesta al cambio, brindando mayor satisfacción al cliente, a través de la entrega temprana y retroalimentación continua.

4.2.3 Permite hacer planes de forma más efectiva.

Al contar con información confiable, en tiempo real y analizada por el sistema, es posible que el empresario pueda llegar a conclusiones de comportamientos recurrentes ya sea en clientes, proveedores, ventas, etc., permitiéndole generar nuevas estrategias de forma efectiva y rápida, en vez de tomar decisiones por medio de la intuición y experiencia como ocurre actualmente en la mayoría de las PyMEs. De esta manera, con los entregables periódicos que se realizan por medio de la metodología ágil [6] se minimizan riesgos durante la realización del proyecto de manera colaborativa lo que incrementa la productividad y calidad mediante un seguimiento diario.

5 Conclusiones

Las empresas hoy en día se enfrentan a una competitividad cada vez mayor por lo que el buen uso de la tecnología como elemento impulsor de cambios, es crucial para sobresalir en el mercado y contar con procesos más eficientes. Por ello, se llevó a cabo un análisis sobre la situación actual de las empresas del giro fotovoltaico para conocer su percepción sobre la utilización de tecnología de almacenamiento de datos y conocer los principales desafíos a los que se enfrentan y las oportunidades que esta tecnología les ofrece. Se determinó que las empresas de este giro en Ciudad Obregón, no cuentan con esta tecnología y la mayoría toma decisiones gerenciales utilizando información desactualizada, incompleta, por intuición y experiencia. En este momento, se está trabajando con una empresa del giro fotovoltaico para el diseño e implementación de un sistema de inteligencia de negocios. Para ello, se obtuvieron los requerimientos del negocio, se acordaron indicadores relacionados al área de ventas para comenzar a trabajar en el diseño del almacén de datos. Finalmente, pese a los desafíos que las empresas enfrentan al adoptar este tipo de tecnología, hay empresas dispuestas a tomar retos para innovar, crecer y mejorar su competitividad.

Referencias

1. Gutiérrez, A., Motz, R., Revello, B., & Silva, L.: Construcción de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para el área gerencial del Hospital de Clínicas. In: Simposio de Informática en Salud-Jornadas Argentinas de Informática e Investigación Operativa, Buenos Aires (2001)
2. Lim, E. P., Chen, H., & Chen, G.: Business intelligence and analytics: Research directions. *ACM Transactions on Management Information Systems (TMIS)* vol. 3(4), pp. 17 (2013)
3. Vanegas Lago, E., Guerra Cantero, L. M.: Sistema de inteligencia de negocios para el apoyo al proceso de toma de decisiones. *Revista Ingeniería UC*, 20(3) (2013)
4. Kimball, R., Ross, M.: *The data warehouse toolkit: the complete guide to dimensional modeling*. John Wiley & Sons, Indianapolis (2011)
5. Inmon, W. H.: *Building the data warehouse*. John Wiley & Sons, Indianapolis (2005)
6. Corr, L. Stagnitto, J.: *Agile Data Warehouse Design: Colaborative Dimensional Modeling, from Whiteboard to Star Schema*. DecisionOne Press, United Kingdom (2011)

Desafíos y oportunidades de aplicar tecnología de almacenamiento de datos como apoyo en la toma de decisiones gerenciales en una PyME de la industria fotovoltaica

7. March, S. T., Hevner, A. R.: Integrated decision support systems: A data warehousing perspective. *Decision Support Systems*. 43(3), 1031-1043 (2007)
8. Coronel, C., Morris, S., Rob, P.: *Bases de Datos, diseño, implementación y administración*. Cengage Learning Editores (2011)
9. Vassiliadis, P., Simitsis, A., Skiadopoulou, S.: Conceptual modeling for ETL processes. *Proceedings of the 5th ACM international workshop on Data Warehousing and OLAP*, pp.14-21 (2002)
10. Brizuela, E. I. L., Blanco, Y. C.: Metodologías para desarrollar Almacén de Datos. *Revista Arquitectura e Ingeniería*. 7(3), 3-12 (2013)

Control de posición de un giroscopio de 3 grados de libertad

Alan E. Ruiz-Ruiz¹, Jorge A. Orrante-Sakanassi¹,
Guillermo Valencia-Palomo¹, Freddy A. Hernández-Aguirre¹

¹Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación,
Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
a.eduardoruiz@hotmail.com, jaos@live.com.mx

Resumen. Un giroscopio es un dispositivo para medir y mantener la orientación de un cuerpo en el espacio [1], conservando su eje invariable, aun cuando este se encuentre en movimiento de rotación. El objetivo de esta investigación es realizar un controlador para un giroscopio de marca QUANSER configurado para 3 grados de libertad (control de cada uno de sus 3 cardanes). Para esto, primeramente se pretende obtener el modelo dinámico basado en las ecuaciones aplicando la metodología de Euler-Lagrange y posteriormente diseñar un controlador PID como prueba para simular la posición deseada en cada uno de los cardanes del giroscopio, mediante las herramientas del software Simulink de Matlab.

Palabras clave: Giroscopio, posición de satélites, ecuaciones de Euler-Lagrange, Simulink de Matlab.

1 Introducción

Para el modelado y la simulación de sistemas de control se utilizan software especializados como herramientas de simplificación, entre ellas MATLAB. La aplicación del control en cualquiera de sus vertientes no se limita a un área específica, por ejemplo, algunas de sus aplicaciones modernas son el control de posición satélite y navegación automática de vehículos (aviones, barcos, cohetes, naves espaciales, submarinos, etc.), por medio de giroscopios de control de movimiento. Un giroscopio se define como un disco que, en movimiento de rotación, conserva su eje invariable aunque cambie la dirección de soporte [2], consiste en un rotor giratorio y uno o más cardanes motorizados que bascula el momento angular del rotor, como el rotor se inclina, el cambio del momento angular causa un momento de fuerza giroscópico que hace rotar el sistema controlado [3].

Como se menciona, el giroscopio tiene aplicaciones muy importantes en las áreas de ingeniería de transporte en general; por ejemplo, en el caso de las naves espaciales, cuando abandonan la superficie de la tierra, sale de su campo magnético por lo cual pierde el

Ruiz-Ruiz AE, Orrante-Sakanassi JA, Valencia-Palomo G, Hernández-Aguirre FA (2018) Control de posición de un giroscopio de 3 grados de libertad. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):233-238

propósito de ubicar su dirección y son los giroscopios los que detectan su inclinación respecto a la posición deseada del rotor. En aviación, los giroscopios son parte importante de lo que se le llama horizonte artificial, indicando al piloto su posición con respecto al horizonte. Otra aplicación es la de piloto automático, ya sea en aviones, misiles, submarinos, etc.; el giroscopio gira en torno a un eje libre que coincide con la dirección del vehículo, al momento de que el vehículo cambie de dirección debido a una perturbación externa, el eje del giroscopio no cambia de posición, por lo que genera una diferencia con respecto al vehículo la cual se corrige inmediatamente de manera automática [4].

Las principales dificultades que se presentan en el control de un giroscopio son, predecir los movimientos de sus ejes conforme a los momentos que se apliquen a cada uno de ellos, ya que su comportamiento se considera un sistema no lineal, lo cual dificulta el diseño de cualquier tipo de controlador, así como el compromiso en la precisión y velocidad de los movimientos del giroscopio, de manera que se pueda obtener una respuesta adecuada en la orientación y momento.

En la literatura consultada hasta el momento, no se ha encontrado un modelo dinámico para la configuración de 3 grados de libertad, por lo que es necesario desarrollar las ecuaciones aplicando la metodología de Euler-Lagrange.

2 Desarrollo

El desarrollo de esta investigación consta de las siguientes etapas; etapa 1, obtención de la ecuación del modelo dinámico de Euler-Lagrange para 4 grados de libertad. Etapa 2, simplificación del modelo dinámico de Euler-Lagrange para 3 grados de libertad. Etapa 3, simulación del modelo no lineal basado en la ecuación obtenida con el software Simulink de Matlab, así como el análisis de resultados obtenidos en simulación.

2.1 Ecuación del modelo dinámico Euler-Lagrange para 4 grados de libertad

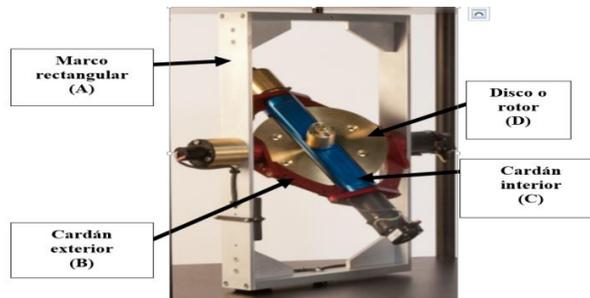


Figura 1. Cuerpos del giroscopio QUANSER de 3GDL.

Nombramos las posiciones angulares de cada cuerpo con respecto a su propio eje como q_1 para el cuerpo D, q_2 para el C, q_3 para el B y por último q_4 para el cuerpo A.

Para obtener el modelo dinámico se utilizarán las ecuaciones de movimiento de Euler-Lagrange (1). El lagrangiano L es la diferencia de la energía cinética K menos la energía potencial U como se muestra en (2). Se considera que los marcos asociados a todos los cuerpos del giroscopio coinciden con los centros de masa, entonces no existe energía potencial, por lo que se toma en cuenta nada más la energía cinética [5].

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}}(q, \dot{q}) \right) - \frac{\partial L}{\partial q}(q, \dot{q}) = \tau \quad (1)$$

$$L(q, \dot{q}) = K(q(t), \dot{q}(t)) - U(q(t)) \quad (2)$$

La fórmula para calcular la energía cinética de todos los cuerpos del giroscopio es la siguiente:

$$K(q(t), \dot{q}(t)) = \frac{1}{2} \sum_{I=A}^D \omega_I^{I^T} I_I \omega_I^I \quad (3)$$

Donde ω_I^I es la velocidad angular del cuerpo I con respecto a su propio marco (4), (5), (6) y (7) e I_I es la matriz de momentos de inercia del cuerpo I (8).

$$\omega_A^A = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{q}_4 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\omega_B^B = \begin{bmatrix} -\dot{q}_4 \text{sen}(q_3) \\ \dot{q}_3 \\ \dot{q}_4 \text{cos}(q_3) \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\omega_C^C = \begin{bmatrix} \text{sen}(q_2)\dot{q}_3 - \dot{q}_4 \text{sen}(q_3)\text{cos}(q_2) \\ \text{cos}(q_2)\dot{q}_3 + \dot{q}_4 \text{sen}(q_3)\text{sen}(q_2) \\ \dot{q}_4 \text{cos}(q_3) + \dot{q}_2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\omega_D^D = \begin{bmatrix} \text{sen}(q_2)\dot{q}_3 - \dot{q}_4 \text{sen}(q_3)\text{cos}(q_2) + \dot{q}_1 \\ \text{cos}(q_2)\dot{q}_3 + \dot{q}_4 \text{sen}(q_3)\text{sen}(q_2) \\ \dot{q}_4 \text{cos}(q_3) + \dot{q}_2 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$I_I = \begin{bmatrix} I_{xx} & 0 & 0 \\ 0 & I_{yy} & 0 \\ 0 & 0 & I_{zz} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Sustituyendo en la fórmula para la energía cinética (3) y desarrollando las ecuaciones de movimiento de Euler-Lagrange obtenemos las ecuaciones para cada uno de los cuerpos del giroscopio de 4 grados de libertad.

2.2 Reducción de la ecuación del modelo dinámico Euler-Lagrange para 3 grados de libertad

En este trabajo ocupamos que el disco gire a una velocidad constante, por lo que el par asociado con su movimiento es despreciado. Para obtener la expresión de momento angular podemos representar el modelo de la siguiente forma:

$$\tau = M(q) \ddot{q} + C(q, \dot{q}) \dot{q} \quad (9)$$

$$\tau = \begin{bmatrix} \tau_1 \\ \tau_2 \\ \tau_3 \\ \tau_4 \end{bmatrix} \quad q = \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \end{bmatrix}$$

El momento angular se representa como $p = M(q) \dot{q}$ [6], obtenemos p_1 (momento angular del disco) el cual se considera constante P_1 , y se despeja de la ecuación obtenida del disco para obtener \dot{q}_1 (10). Se sustituye $\cos(q_2)$, $\cos(q_3)$, $\sin(q_2)$ y $\sin(q_3)$ por C_2 , C_3 , S_2 y S_3 , para hacer más compactas las ecuaciones.

$$\dot{q}_1 = \frac{P_1}{ID_{xx}} - S_2 \dot{q}_3 + S_3 C_2 \dot{q}_4 \quad (10)$$

Considerando el estado estacionario cuando el disco ha alcanzado una velocidad constante $\dot{\varphi}$ y $\tau_1=0$ obtenemos:

$$\ddot{q}_1 = -\dot{q}_2 \dot{q}_3 C_2 - \dot{q}_2 \dot{q}_4 S_2 S_3 - \ddot{q}_3 S_2 + \ddot{q}_4 S_3 C_2 + \dot{q}_3 \dot{q}_4 C_2 C_3 \quad (11)$$

Se sustituyó (10) y (11) en el modelo de 4GDL para eliminar la ecuación del disco y obtener el modelo dinámico de 3GDL

$$\begin{aligned} \tau_2 = & (IC_{zz} + ID_{zz}) \ddot{q}_2 + \dot{q}_4 C_3 (IC_{zz} + ID_{zz}) - \dot{q}_3 \dot{q}_4 S_3 (IC_{zz} + ID_{zz}) - \dot{q}_3^2 C_2 S_2 - (IC_{xx} - IC_{yy} + ID_{xx} - ID_{yy}) \\ & + \dot{q}_3 \dot{q}_4 S_3 C_2^2 (IC_{xx} - IC_{yy} + ID_{xx} - ID_{yy}) - ID_{xx} \left(\frac{P_1}{ID_{xx}} - S_2 \dot{q}_3 + S_3 C_2 \dot{q}_4 \right) \dot{q}_3 C_2 - \dot{q}_3 \dot{q}_4 S_3 S_2^2 (IC_{xx} - IC_{yy} + ID_{xx} - \\ & ID_{yy}) - ID_{xx} \left(\frac{P_1}{ID_{xx}} - S_2 \dot{q}_3 + S_3 C_2 \dot{q}_4 \right) \dot{q}_4 S_2 S_3 + \dot{q}_4^2 C_2 S_3^2 S_2 (IC_{xx} - IC_{yy} + ID_{xx} - ID_{yy}), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_3 = & IB_{yy} \ddot{q}_3 + \dot{q}_3 C_2^2 (IC_{yy} + ID_{yy}) + \dot{q}_3 S_2^2 (IC_{xx} + ID_{xx}) + ID_{xx} (-\dot{q}_2 \dot{q}_3 C_2 - \dot{q}_2 \dot{q}_4 S_2 S_3 - \ddot{q}_3 S_2 + \ddot{q}_4 S_3 C_2 \\ & + \dot{q}_3 \dot{q}_4 C_2 C_3) S_2 + ID_{xx} \left(\frac{P_1}{ID_{xx}} - S_2 \dot{q}_3 + S_3 C_2 \dot{q}_4 \right) \dot{q}_2 C_2 - \dot{q}_2 \dot{q}_4 S_3 C_2^2 (IC_{xx} - IC_{yy} + ID_{xx} - ID_{yy}) + \dot{q}_2 \dot{q}_4 S_3 S_2^2 \\ & (IC_{xx} - IC_{yy} + ID_{xx} - ID_{yy}) + 2 \dot{q}_2 \dot{q}_3 C_2 S_2 (IC_{xx} - IC_{yy} + ID_{xx} - ID_{yy}) - \dot{q}_4 C_2 S_3 S_2 (IC_{xx} - IC_{yy} + ID_{xx} - ID_{yy}) - \\ & \dot{q}_4^2 C_3 S_3 (IB_{xx} - IB_{zz} - IC_{zz} - ID_{zz}) + \dot{q}_2 \dot{q}_4 S_3 (IC_{zz} + ID_{zz}) + ID_{xx} \left(\frac{P_1}{ID_{xx}} - S_2 \dot{q}_3 + S_3 C_2 \dot{q}_4 \right) \dot{q}_4 C_2 C_3 - \\ & \dot{q}_4^2 C_2^2 C_3 S_3 (IC_{xx} + ID_{xx}) - \dot{q}_4^2 C_3 S_2^2 S_3 (IC_{yy} + ID_{yy}), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_4 = & I_{Azz}\ddot{q}_4 + I_{Bxx}\dot{q}_4 S_3^2 + \dot{q}_4 C_3^2 (I_{Bzz} + I_{Czz} + I_{Dzz}) + \ddot{q}_2 C_3 (I_{Czz} + I_{Dzz}) - (I_{Czz} + I_{Dzz})\dot{q}_2 \dot{q}_3 S_3 + \dot{q}_4 C_2^2 S_3^2 \\ & (I_{Cxx} + I_{Dxx}) + \dot{q}_4 S_3^2 S_2^2 (I_{Cyy} + I_{Dyy}) - I_{Dxx} (-\dot{q}_2 \dot{q}_3 C_2 - \dot{q}_2 \dot{q}_4 S_2 S_3 - \dot{q}_3 S_2 + \dot{q}_4 S_3 C_2 + \dot{q}_3 \dot{q}_4 C_2 C_3) S_3 C_2 - \\ & \dot{q}_2 \dot{q}_3 C_2^2 S_3 (I_{Cxx} - I_{Cyy} + I_{Dxx} - I_{Dyy}) + \dot{q}_2 \dot{q}_3 S_3 S_2^2 (I_{Cxx} - I_{Cyy} + I_{Dxx} - I_{Dyy}) - \dot{q}_3^2 C_2 S_2 C_3 (I_{Cxx} - I_{Cyy} + I_{Dxx} \\ & - I_{Dyy}) + I_{Dxx} \left(\frac{P_1}{I_{Dxx}} - S_2 \dot{q}_3 + S_3 C_2 \dot{q}_4 \right) \dot{q}_2 S_2 S_3 + 2\dot{q}_3 \dot{q}_4 C_3 S_3 (I_{Bzz} + I_{Czz} + I_{Dzz}) - I_{Dxx} \left(\frac{P_1}{I_{Dxx}} - S_2 \dot{q}_3 + \right. \\ & \left. S_3 C_2 \dot{q}_4 \right) \dot{q}_3 C_2 C_3 - \dot{q}_3^2 C_2 S_3 S_2 (I_{Cxx} - I_{Cyy} + I_{Dxx} - I_{Dyy}) - 2\dot{q}_2 \dot{q}_4 C_2 S_3^2 S_2 (I_{Cxx} - I_{Cyy} + I_{Dxx} - I_{Dyy}) \\ & + 2\dot{q}_3 \dot{q}_4 C_3 S_3 (I_{Cxx} + I_{Dxx} + I_{Cyy} + I_{Dyy} + I_{Bxx}) \end{aligned} \quad (12)$$

3 Resultados

Se generó una función en MATLAB con el modelo para obtener las entradas y salidas deseadas en un bloque S-Function de Simulink y así poder simular las salidas con respecto a las entradas con un controlador PID (en este caso, solamente para simular el comportamiento de las ecuaciones). Para esta simulación no se consideró la fricción en las entradas, se tomaron como salida cada uno de los ángulos de los cardanes y el marco rectangular, así como diferentes referencias de entrada para cada cardán.

Los datos de simulación mostraron los siguientes resultados. En la figura 2, se muestra que la salida q_4 (línea punteada) inicia con un *set point* de 135° en $t=0$ segundos, mientras que las salidas de q_2 (línea continua) y q_3 (línea discontinua) tienen un *set point* de 0° . En $t=3$ segundos, se añade un *set point* de 90° en la entrada 3, y a cuando $t=6$ segundos se añade el *set point* a la entrada 2 de 60° . En cada una de las líneas, se puede apreciar las perturbaciones que se generan al momento de cambiar de posición en alguno de los cardanes y después tienden a estabilizarse.

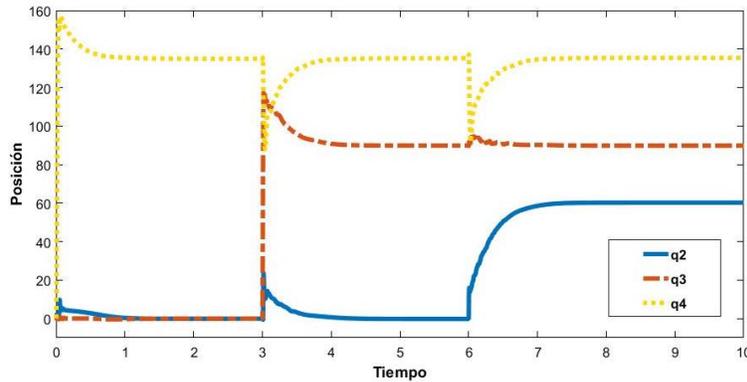


Figura 2. Simulación de las salidas del ángulo de cada cardan con diferentes *set point* en diferentes tiempos.

4 Conclusiones

El análisis, modelado y control de un giroscopio con tres grados de libertad, con ayuda de herramientas computacionales (Matlab), puede ser aplicado de forma eficiente para el desarrollo de tecnología de mayor precisión, sobre todo en el área de telecomunicaciones, mediante comunicación satelital, o las mediciones remotas con para investigaciones científicas (como el calentamiento global), en cuyos casos es necesaria una orientación exacta para el muestreo de fotografías o para establecer comunicaciones con las bases centrales mediante la orientación con las antenas receptoras. Además, la orientación del satélite en órbita espacial, también es un gran reto, sobre todo el control de la posición, por lo que se requieren sistemas con altas velocidades de respuesta para estabilizar y orientar el satélite a un punto específico. Existen varias técnicas de control aplicados al giroscopio en la literatura para la orientación y momento angular. En este artículo se simuló un controlador PID para comprobar las ecuaciones de movimiento. Posteriormente se pretende desarrollar un controlador no lineal basado en modos deslizantes, ya que hasta donde los autores saben, no existe este método en la literatura para el caso de controlar la posición de un giroscopio. Se propone probar este método tanto en simulación como físicamente en el giroscopio QUANSER configurado a 3 grados de libertad. Esta investigación podrá ser de utilidad para trabajos futuros, ya que se mostraran resultados del comportamiento de este tipo de controlador, y así podrán consultar por lo menos un método más para controlar la posición y momento angular de este dispositivo adecuadamente. En futuras investigaciones, se pretende desarrollar otro tipo de controladores para poder comparar las ventajas y desventajas que presentan cada uno de ellos, para aplicaciones en casos reales.

Referencias

1. Montoya, J.A., Santibañez, V.A., Moreno, J.: Linealización por realimentación de salida aplicado a un giroscopio de 2 grados de libertad. In: XVII Congreso Mexicano de Robótica 2016., pp. 31–37. COMRob, Mazatlan, 2016.
2. Real Academia Española.
3. Pothiwala, A., Dahleh, M.: H_∞ optimal control for the attitude control and momentum management of the space station. Cambridge, Mass. In: Center for Intelligent Control Systems, M.I.T., 1990.
4. Reif, S.: Juguetes como instrumentos de enseñanza en ingeniería: los casos del péndulo de Newton y el giroscopio. In: Ingeniería y Competitividad, Vol. 16, No. 2, pp. 189-198, Abril 2014.
5. Oronoz, I.: Modelado y control de un giroscopio 3 G.D.L. M.C. tesis. In: Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, Coahuila, México, Julio 2013.
6. Montoya, J.: Evaluación de esquemas adaptables de control aplicados a un giroscopio de 2 grados de libertad. M.C. tesis. In: Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, Coahuila, México, Julio 2017.

Módulo para medición de variables en una planta tratadora de aguas residuales con control automático de temperatura

Leobardo Velázquez Almada, Fredy Alberto Hernández Aguirre, José Manuel Chávez, Jesús Manuel Tarín Fontes.

Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
Leobardo.va@gmail.com, faha.singapur@gmail.com.

Resumen. Las plantas tratadoras de aguas residuales (PTARS) cada vez juegan un papel más importante debido a la escasez de agua que se presenta en algunas regiones. En este artículo se presenta una propuesta para el desarrollo de un módulo que permita medir las variables más importantes que se deben de tomar en consideración a la hora de determinar la calidad del agua. Dichas variables se interpretaran a través de sensores para poder realizar un monitoreo en tiempo real y de manera remota. La metodología a utilizar constara de diez fases: Ampliar el estado del arte, definir el tipo de planta tratadora, estudiar las variables a monitorear, elegir el controlador a utilizar, caracterizar los sensores, enviar datos de manera inalámbrica, desarrollo del programa, realizar distintas pruebas, recolección e interpretación de los datos obtenidos de las pruebas y desarrollar las conclusiones.

Palabras clave: Planta tratadora de aguas residuales, calidad del agua, sensores, monitoreo, sensores inteligentes.

1 Introducción

En los últimos años la creación e implementación de PTARS (Planta Tratadora de Aguas Residuales) ha ido en aumento. La mayoría de las PTARS no cuentan con sistemas de monitoreo integrados, por lo que dichos monitoreos se hacen de manera manual. Es por eso que el objetivo de esta investigación es desarrollar una plataforma tecnológica para mejorar

Velázquez Almada L, Hernández Aguirre FA, Chávez JM, Tarín Fontes JM (2018) Módulo para medición de variables en una planta tratadora de aguas residuales con control automático de temperatura. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):239-246

la eficiencia de una PTAR a través del control de temperatura y el monitoreo de PH, turbiedad, conductividad y oxígeno disuelto. Que permita determinar la calidad del agua tratada que están generando las PTARS. Y que los encargados de dichas PTARS puedan acceder a esa información de manera inalámbrica.

2 Marco Teórico

2.1 Características de las aguas residuales

Las características claves de las aguas residuales que deben considerarse al momento de diseñar una PTAR (Planta Tratadora de Aguas Residuales) incluyen el flujo y las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales [1].

2.1.1 Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Están compuestos por partículas orgánicas o inorgánicas fácilmente separables del líquido por sedimentación, filtración o centrifugación [2].

2.1.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación química (destrucción) de la materia orgánica. Esta prueba proporciona un medio indirecto de la concentración de materia orgánica en el agua residual [2].

2.1.3 PH

Los elementos inorgánicos comunes en las aguas residuales incluyen cloruro, iones de hidrógeno (que influyen en el pH), compuestos que causan alcalinidad, nitrógeno, fósforo y azufre [1].

2.1.4 Oxígeno disuelto

El tipo de gases en las aguas residuales tratadas indica si se está produciendo una degradación aerobia (Que necesita respirar oxígeno para vivir), o anaerobia (Que puede vivir sin oxígeno). La mayoría de procesos biológicos deben ser aerobios, por ello, el mantenimiento del oxígeno disuelto es un elemento básico [1].

Leobardo Velázquez Almada, Fredy Alberto Hernández Aguirre, José Manuel Chávez, Jesús Manuel Tarín Fontes.

2.1.5 Conductividad

Indicador que sirve para reflejar el nivel de electrolitos presente en el agua [3].

2.1.6 Turbidez

Es una medida de la dispersión de la luz por el agua como consecuencia de la presencia en la misma de materiales suspendidos coloidales y/o particulados. La presencia de materia suspendida en el agua puede indicar un cambio en su calidad (por ejemplo, contaminación por microorganismos) y/o la presencia de sustancias inorgánicas finamente divididas (arena, fango, arcilla) o de materiales orgánicos. La turbidez es un factor ambiental importante en las aguas naturales, y afecta al ecosistema ya que la actividad fotosintética depende en gran medida de la penetración de la luz [4].

2.2 Normas

Existen normas que protegen y regulan las descargas de aguas residuales para evitar enfermedades causadas por bacterias, y también para proteger la flora y fauna de las regiones donde estas aguas serán vertidas.

2.2.1 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMARNAT- 1996

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

2.2.2 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-SEMARNAT-1996

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

2.2.3 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-SEMARNAT-1997

Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

3 Antecedentes y Descripción del Problema

Los recursos hídricos en México, al igual que en el resto del mundo, se encuentran bajo una creciente presión. El crecimiento demográfico, la urbanización y el incremento en el consumo de agua en los hogares, la agricultura y la industria, han aumentado

significativamente el uso global del agua. Este desarrollo conduce a la escasez y perjudica gravemente el avance hacia el logro de los Objetivos del Milenio. A pesar de esta condición, los usuarios del agua y demás actores involucrados en el sector, siguen satisfaciendo sus necesidades sin tomar en cuenta el impacto sobre los demás [5].

Muchas veces las masas receptoras de estos desechos líquidos son incapaces de absorber y neutralizar la carga contaminante. Por este motivo, las aguas residuales antes de su descarga a los cursos y cuerpos receptores, deben recibir algún tipo de tratamiento que modifique sus condiciones iniciales [2].

Actualmente el mercado para el tratamiento de aguas residuales está en crecimiento. Las plantas de tratamiento actuales carecen de automatización en sus sistemas, es decir son robustas. Las empresas que maquilan o construyen PTARS se enfocan en innovar la parte biológica del sistema y descuidan la parte mecánica y la metrología para su correcto funcionamiento.

4 Hipótesis

Es posible medir en tiempo real las diferentes variables como lo son: Temperatura, PH, turbiedad, conductividad y oxígeno disuelto. Para ver la calidad del agua que están produciendo las plantas tratadoras de aguas residuales.

5 Propuesta de Solución

Se tiene como propuesta el desarrollar un módulo el cual recopilará la información recabada por distintos sensores que estarán instalados en una PTAR, para así poder monitorear la calidad del agua que estamos tratando y mantendrá la temperatura ideal que propicie un medio ambiente óptimo para los microorganismos encargados de tratar el agua.

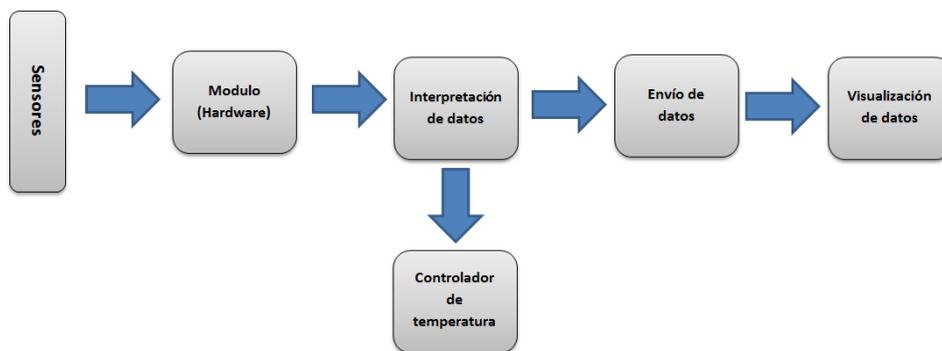


Figura 1. Diagrama a bloques de la arquitectura a utilizar en el sistema.

6 Desarrollo del prototipo

6.1 Sensores

Se encargarán de medir las variables físicas más significativas de las PTARS y las convertirán en información útil para que las pueda interpretar nuestro controlador:

1.- *Waterproof ds18b20 sensor kit*: Sensor de temperatura con señal digital. Este sensor utiliza el protocolo de comunicación 1-Wire. El cual se caracteriza por utilizar un solo pin de datos para comunicarse y permite conectar más de un sensor en el mismo bus.



Figura 2. Prueba individual del sensor de temperatura.

2.- *Analog ph sensor*: Sensor analógico de PH. Este sensor opera en el orden de los milivolts. Se utilizó el programa de prueba el cual hace un arreglo de 40 datos con intervalos de 20 milisegundos entre cada muestra. De donde se saca un promedio para poder obtener el valor del PH.

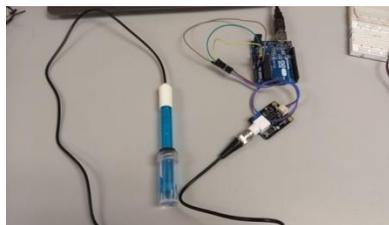


Figura 3. Sensor de PH.

3.- *Analog turbidity sensor*: Sensor utilizado para determinar la calidad del agua mediante el monitoreo de los niveles de turbiedad. Este sensor utiliza luz para detectar las partículas suspendidas en el agua. Se configuró para utilizarlo de manera analógica donde su valor puede variar de 0 V a 4.5 V. Mientras más turbia este el agua menor será la señal de voltaje de salida. Se realizó un programa para convertir ese valor analógico en una lectura digital que se almacenara en una variable de 10 bits.

Módulo para medición de variables en una planta tratadora de aguas residuales con control automático de temperatura

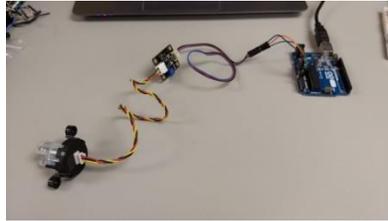


Figura 4. Sensor de turbiedad.

4.- *Analog orp sensor meter*: Sensor para medir el potencial de reducción por oxidación. Se mide en milivolts y mientras más alto sea el voltaje, más alto será el potencial de reducción. Para adquirir un valor más acertado; se utiliza el programa de prueba propuesto por el fabricante donde se hace un arreglo para realizar la toma de 40 datos con intervalos de 20 milisegundos. Donde se saca un promedio



Figura 5. Sensor Orp.

6.2 Integración

Se desarrolló un programa para poder recolectar los datos de todos los sensores y poder estar mandándolos por el puerto serial al mismo tiempo. El microcontrolador utilizado se encargará de interpretar toda la información recabada por los sensores y generará un nuevo arreglo de datos para poder enviarlos a través del puerto serial.

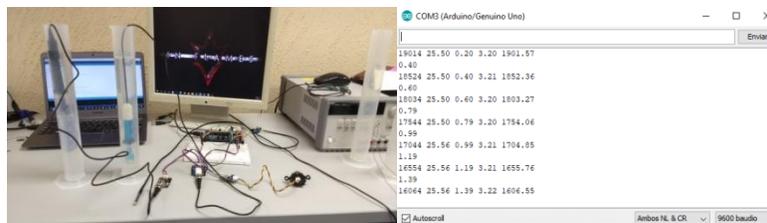


Figura 6. Sensores integrados monitoreándose al mismo tiempo y datos generados.

6.3 Transmisión

Para poder monitorear los datos de manera inalámbrica y en tiempo real se utilizó la herramienta de programación Node-Red. Que es un sistema basado en nodos. Cada nodo tiene un propósito definido, recibe información, la procesa y la transmite al siguiente nodo[6].

Utilizando las herramientas de Node-red, se realizó un diagrama de flujo donde se recibían los datos a través de una comunicación serial de nuestro microcontrolador con la computadora que hará la función de servidor. Y los convertía en un arreglo de datos, para después separarlos y poderles asignar los nodos correspondientes y configurarlos dependiendo del sensor que representaran.

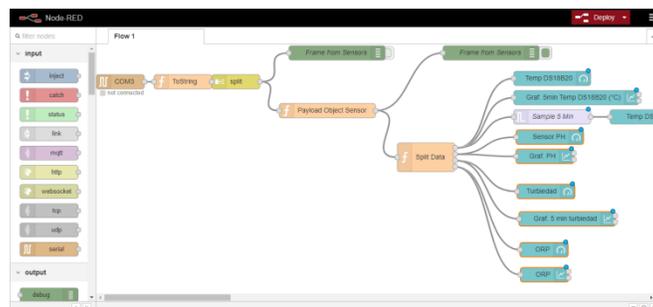


Figura 7. Diagrama de flujo de la adquisición de datos de la herramienta de programación Node-red.

6.4 Visualización de los datos

Una vez que esté lista la red de nodos por donde se estarán transmitiendo los datos adquiridos por los sensores. Se generará un panel view en una dirección IP de nuestra red local donde se podrán visualizar e interpretar los datos.

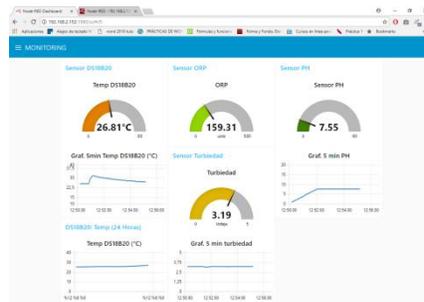


Figura 8. Panel view generado por la herramienta de programación Node-red.

7 Beneficios Esperados

Que las plantas tratadoras de aguas residuales sean más eficientes, que la empresa pueda disponer de una manera más fácil, económica, en tiempo real y que mediante el uso de las tecnologías de la información y la comunicación sea posible acceder a toda la información que nos permita conocer la calidad del agua que está siendo tratada. Se espera que la propuesta de solución ayude a las empresas a poder llevar un mejor monitoreo del agua que está siendo tratada y que puedan recabar la información que necesiten sin la necesidad de llamar a un externo.

Referencias

1. BDSE, “Diseño De Plantas Comunes De Tratamiento De Efluentes Para Aguas Residuales Industriales,” no. 1979, pp. 1–36, 1992.
2. R. Rojas, “Sistemas de tratamiento de aguas residuales,” *CURSO Int. “GESTION Integr. Trat. AGUAS RESIDUALES” (2002 Bras. Curso Int. Bras. Cepis*, vol. 19, p. 19, 2002.
3. E. Size and S. Code, “Analog EC Meter SKU : DFR0300 Use the EC Meter (Elementary) Connecting Diagram.”
4. Ms. A. Rondón, “Parámetros físicos del análisis de agua.”
5. M. E. D. La Peña, J. Ducci, and V. Zamora, “Tratamiento de aguas residuales en México,” *Nota Técnica #IDB-TN-521*, p. 42, 2013.
6. Node-RED, “nodered.org,” 2018. .

Propuesta para la instrumentación de una plataforma tipo cardán para la medición y estimación de variables de un vehículo aéreo no tripulado

Carlos Madrid-Solis¹, Guillermo Valencia-Palomo¹, Jorge A. Orrante-Sakanassi¹, Rosalía del C. Gutiérrez-Urquidez¹, Abraham Villanueva-Grijalba², José A. Hoyo-Montaño¹

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación,

Instituto Tecnológico de Hermosillo, Hermosillo, Sonora, México.

²Eureka Dynamics, Benito Juárez 333-1 Jesús García, Hermosillo, Sonora.

Carlosmad.s93mail.com, gvalencia@ith.mx

Resumen: Este artículo presenta una propuesta para la instrumentación de una plataforma experimental para la medición y estimación de variables de un vehículo aéreo no tripulado (VANT), específicamente un cuadricóptero. El principal problema radica en que los equipos utilizados para realizar estudios con los VANT son demasiado costosos, por lo que el objetivo del proyecto es desarrollar una plataforma de prueba para su uso en el Instituto Tecnológico de Hermosillo. En este artículo se revisan los requerimientos para desarrollar dicha plataforma para el estudio de los vehículos aéreos no tripulados. Se plantea obtener un sistema de tipo cardán instrumentado para funcionar como plataforma experimental con capacidad de medir 12 parámetros de vuelo: 6 rotacionales (3 ángulos y 3 velocidades angulares) y 6 traslacionales (3 distancias y 3 velocidades lineares) del VANT.

Palabras clave: modelo matemático, protocolo de comunicación, monitoreo de variables.

1 Introducción

Los vehículos aéreos no tripulados o VANT son una clase de vehículos aéreos capaces de realizar diferentes tipos de misiones de manera automática o semiautomática, un ejemplo de ellos se puede observar en la Figura 1. Actualmente existen una gran variedad de este tipo de aeronaves, las cuales se clasifican principalmente en tres tipos de acuerdo con la estructura de ala que poseen: ala fija, batiente y rotativa [1]. Entre sus aplicaciones se encuentran la búsqueda de personas desaparecidas; fotografía, video y topografía área;

Madrid-Solis C, Valencia-Palomo G, Orrante-Sakanassi JA, Gutiérrez-Urquidez RdC, Villanueva-Grijalba A, Hoyo-Montaño JA (2018) Propuesta para la instrumentación de una plataforma tipo cardán para la medición y estimación de variables de un vehículo aéreo no tripulado. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):247-252

prevención y control de incendios; seguridad y aplicaciones militares; agricultura; entre muchas otras [3].



Figura 1. VANT *cuadricóptero* (“CTM Ejemplo: Diseño en espacio de estados para un control de posición de un motor de corriente continua,” n.d.)

2 Antecedentes y marco teórico

En los últimos años se observa cómo se ha incrementado el interés en estudiar estos vehículos, particularmente los de ala rotativa, debido a su gran versatilidad para realizar diferentes tareas, que logran con gran éxito gracias a las características que los componen. Entre las características con las que cuenta el VANT está su reducido tamaño para poder volar en espacios estrechos, su versatilidad para despegues y aterrizajes sobre todo tipo de áreas, la gran velocidad que pueden alcanzar para realizar tareas de manera rápida y eficaz, además de un movimiento rotacional y traslacional en todas las direcciones con mínima dificultad. Todas estas ventajas lo hacen adecuado para llevar tareas peligrosas en las cuales el hombre podría resultar herido o simplemente le es imposible de realizarlas [4].

Durante el vuelo las aeronaves están sujetas a una multitud de factores que afectan negativamente la precisión y funcionamiento correcto del sistema, por lo que es necesario un estudio constante para mejorar los sistemas de control del VANT, simulando todas estas inclemencias y creando nuevos algoritmos que contrarresten estos problemas [5].

Por la necesidad de desarrollar y crear mejores VANT, los investigadores están desarrollando nuevas estrategias de control que ayuden a mejorar el proceso y poder hacer frente a las perturbaciones externas que sufre el vehículo durante el vuelo. Para ello, se han desarrollado sistemas de control basados en controladores PID [6], control por Backstepping [7], controladores no lineales [8], control por modos deslizantes [9] y controladores LPV [10].

Un VANT puede volar en diferentes condiciones ambientales, para realizar pruebas es necesario utilizar una multitud de parámetros, además que debe realizarse en lugares

controlados para evitar que se dañe la aeronave o existan accidentes involucrando personas, pero tal tarea requiere más costo. Por lo cual es necesario desarrollar equipos de prueba para los VANT, que se puedan utilizar en espacios reducidos y que simulen o recreen el ambiente en el que va a operar en la práctica [11].

2.1 Alternativas de solución

Algunos trabajos previos desarrollados sobre estudios de los VANT son los siguientes:

En el trabajo presentado en [1] se diseñó y construyó una plataforma experimental constituida con un mecanismo que habilita el movimiento y estabilización del VANT. Se implementaron dos lazos de control para la estabilización del movimiento angular, cabeceo y alabeo, permitiendo una correcta orientación del VANT con respecto a su eje central.

En [12] se diseñó e implementó una plataforma experimental capaz de tener 6 grados de libertad, permitiendo al VANT poder moverse de forma más natural sobre la plataforma. El controlador que se incluyó en el proyecto es capaz de identificar el empuje y el momento de arrastre de las hélices, además de brindar perfecta estabilidad a la aeronave. El VANT está fijado a la base a través de una articulación esférica que permite que la aeronave sea capaz de rotar a través de los 6 ejes de libertad.

En [13] se presentó el diseño e implementación de un prototipo PVTOL (un VANT que cuenta solo con dos rotores), una plataforma experimental, implementando un esquema de control jerárquico para seguir la trayectoria y obtener el movimiento traslacional y el ángulo rotacional. En su experimento utilizó una cámara de video y una Tarjeta NI myRIO conectada a Labview para poder medir las variables y realizar el modelado. Posteriormente en [14] se construyó y diseñó una plataforma experimental la cual en base de un algoritmo de control simple puede estabilizar el PVTOL. Las pruebas que se realizaron dieron como resultado la estabilidad que se estaba buscando, además de tener un mínimo grado de error en el vuelo de la aeronave.

El proyecto [15] se diseñó, construyó y simuló un modelo de aeronave llamado holocóptero, un VANT con 6 grados de libertad y una gran estabilidad en el vuelo, a diferencia de los VANT tipo cuadricóptero con solo 4 grados de libertad. En tal trabajo se diseñaron una multitud de pruebas para verificar que la aeronave tenga un correcto vuelo, como lo fue una plataforma experimental, vuelos simulados, entre otros.

En el trabajo [16] se presentó una plataforma experimental para realizar pruebas con las propelas de los VANT, analizando y realizando diferentes pruebas para estudiar los motores que conforman a las aeronaves. Tal trabajo fue verificado con equipos de alta calidad de un laboratorio de instrumentación, validando los resultados.

Por otro lado, un dispositivo que está en venta actualmente para estudio de los VANT es el Quanser QBall 2 [17], es una plataforma de ala giratoria interior adecuada para una amplia variedad de aplicaciones de investigación de los VANT, incluyendo modelado y control de vehículos, planificación de movimiento, evitación de obstáculos, fusión de sensores, tolerante a fallas, operación autónoma y de supervisión, navegación avanzada con

agentes múltiples, entre otros. El dispositivo es una red de sensores adecuados alrededor del VANT en forma esférica, los cuales tienen como función ser puntos de referencia para las cámaras OptiTrack, las cuales graban todos los movimientos de la aeronave con alta resolución, para posteriormente mandar la información hacia una estación de control y monitoreo.

3 Propuesta de solución

Se propone desarrollar una plataforma experimental tipo cardán, la cual estará instrumentada con tres encoders y tres anillos colectores, como se observa en la Figura 2, tal plataforma tiene la función de medir las posiciones angulares de un VANT que estará montado en la base central, esto se logrará con unos encoders con una resolución de 1000 pulsos por revolución, además de contar con unos anillos colectores que tienen la función de hacer una mejor conexión eléctrica en sistemas rotativos. El esquema de este sistema se muestra en la Figura 3, como se puede observar los tres encoders montados en la plataforma estarán conectados a una tarjeta de adquisición de datos NI 6341, la cual obtendrá las posiciones y velocidades angulares del VANT para posteriormente procesarlas en un sistema de cómputo utilizando el software de LABVIEW, y finalmente mostrando los 12 estados a analizar. La validación del sistema se realizará comparando los datos reales con los simulados. Con tal instrumento será posible estudiar los VANT dentro de un área controlada, logrando así desarrollar en un futuro nuevos métodos de control para los vehículos aéreos. Tal proyecto va a estar desarrollado específicamente para los VANT tipo cuadricóptero (VANT de cuatro rotores).

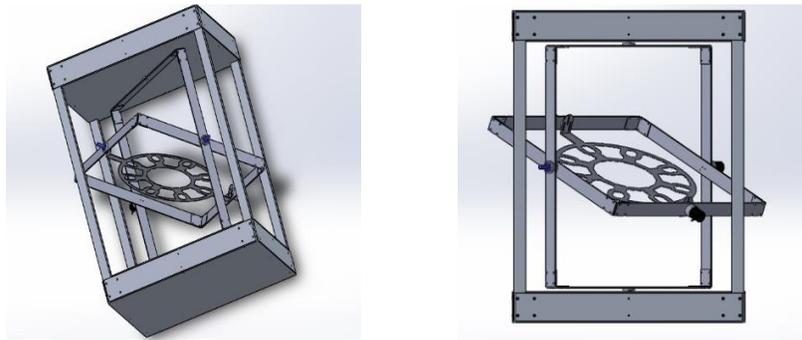


Figura 2.- Diseño 3D de plataforma experimental

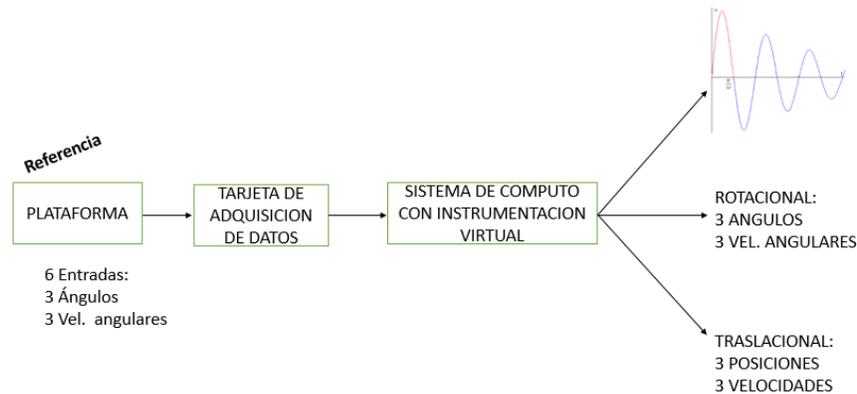


Figura 3. Esquema del sistema propuesto.

4 Conclusión

Con base en la investigación y recopilación de información que se realizó, se propone implementar una plataforma tipo cardán instrumentado funcionando como plataforma experimental capaz de medir 12 parámetros de vuelo: 6 rotacionales (3 ángulos y 3 velocidades angulares) y 6 traslacionales (3 distancias y 3 velocidades) del UAV. Con tal prototipo se podrán realizar en un futuro estudios y experimentos de los UAV'S dentro de la institución, lo cual será de gran utilidad para futuros estudios de control.

Referencias

1. R. Schacht-Rodríguez, G. Ortiz-Torres, C. D. García-Beltrán, C. M. Astorga-Zaragoza, J. C. Ponsart y A. J. Pérez-Estrada: Design and development of an UAV Experimental Platform. IEEE, Cuernavaca, Mexico (2017).
2. Planeta Drones, <https://planetadrones.es/>.
3. Aplicaciones y Usos - Inteligencia DYNAMICS S.L., http://www.iuavs.com/pages/aplicaciones_y_usos.
4. Ventajas y desventajas del uso de Drones - RC Drone Solutions, <http://rcdronesolutions.cl/drones/>.
5. Sineglazov, V.M., Dolgorukov, S.O.: Test bench of UAV navigation equipment. 2014 IEEE 3rd Int. Conf. Methods Syst. Navig. Motion Control. MSNMC 2014 – Proc, 108–111 (2014).
6. Mazzone, V.: Controladores PID. Univ. Nac. Quilmes (2012).

7. Raptis, I.A., Valavanis, K.P.: Linear and Nonlinear Control of Small-Scale Unmanned Helicopters. 45 (2011).
8. E. Meza: Control Moderno Parte III: Controladores no-lineales Introducción Objetivo. Universidad Panamericana.
9. D. L. Fridman: Introducción al Control con Modos Deslizantes. Universidad Nacional Autonoma de Mexico, <http://verona.fi-p.unam.mx/~lfridman/modos.php>.
10. M. Á. Flores Guerrero: Control para sistemas LPV basado en la parametrización de controladores estabilizantes. Universidad Autonoma de Nuevo Leon, (2013).
11. Zhang, F., Fu, M., Liu, L., Wei, C., Yin, C.: Platform design and test analysis for UAV flight inspection and testing. 2016 4th Int. Conf. Appl. Robot. Power Ind. CARPI 2016. 1–6 (2016).
12. Yu, Y., Ding, X.: A quadrotor test bench for six degree of freedom flight. J. Intell. Robot. Syst. Theory Appl. 68, 323–338 (2012).
13. G. Ortiz-Torres, R. Schacht Rodriguez, J. Reyes Reyes, C. D. Garcia Beltran, M. E. Guerrero Sanchez y C. M. Astorga Zaragoza: Development of Experimental Platform for Control System of a Planar Vertical Take-Off and Landing Unmanned Aerial Vehicle. IEEE (2017).
14. Castillo, P., Lozano, R., Dzul, A. E: The PVTOL Aircraft. In: Modelling and control of mini-flying machines. pp. 23–37. Physica-Verlag (2006).
15. Ryll, M., Bulthoff, H.H., Robuffo Giordano, P.: A Novel Overactuated Quadrotor UAV: Modeling, Control and Experimental Validation. IEEE Trans. Control Syst. Technol. 23, 540–556 (2015).
16. F. Adamo , G. Andria , A. D. Nisio , C. G. Calò Carducci , A. . M. L. Lanzolla y G. Mattencini: Development and characterization of a measurement instrumentation system for UAV components testing. *Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace)*, 2017 IEEE International Workshop, 355-359, Padua, Italy (2017) .
17. QBALL 2 - QUANSER, <https://www.quanser.com/products/qball-2/>.

Diseño y análisis por medio de volumen finito y elementos finitos de un seguidor solar

Luis Álvarez Romero, Víctor Herrera Jiménez

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial,
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
luisbealvarez@gmail.com, victor.herrera@unison.mx

Resumen. Una de las principales fuentes de energía alternativa es la solar, ya que es la más abundante y permanente. Para su aprovechamiento, se cuenta con los campos de concentración, conformados de una torre central y una serie de heliostatos concentradores de radiación. La estructura de estos últimos se ve afectada en gran medida por el viento, viéndose afectado su comportamiento mecánico. el método de volumen y elementos finito permite conocer los esfuerzos y deformaciones presentadas en las estructuras y a predecir su comportamiento en diferentes condiciones de trabajo. En este estudio se hace una revisión general de los principales aspectos involucrados en este tipo de generación de energía solar, así como de los factores de diseño y las cargas de viento a los que se ven sometidos los heliostatos.

Palabras clave: Heliostato, elementos finitos, cargas de viento, energía solar.

1 Introducción

El consumo de energía a nivel global ha ido aumentando cada vez más en los últimos años, esto debido a la demanda de energía que se tiene con el desarrollo industrial, el crecimiento de la población y el incremento de los estándares de vida en el mundo. Para satisfacer esta demanda, a nivel global se tiene que aproximadamente un 87% de la energía es generada a partir de combustibles fósiles. Estos recursos, además de ser limitados, al ser consumidos generan gases contaminantes, que provocan problemas como la contaminación urbana o el calentamiento global [1]. En nuestro país se tiene como objetivo que para el año 2024, el 35% de la energía sea producida por fuentes alternativas como la hidroeléctrica, geotérmica, eólica o solar [2]. Dentro de esta última, México tiene una ventaja geográfica importante, ya que está ubicado en el llamado cinturón solar, que se refiere al grupo de países que reciben mayor cantidad de radiación solar en el mundo. Esta fuente de energía es la más abundante y permanente, puesto que la radiación recibida por la superficie de la tierra por minuto es mayor que la utilización de la energía de la población mundial en un año[3].

Para el aprovechamiento de la energía solar, podemos encontrar la energía solar fotovoltaica y los campos de concentración solar. Estos últimos están conformados por una

Álvarez Romero L, Herrera Jiménez V (2018) Diseño y análisis por medio de volumen finito y elementos finitos de un seguidor solar Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):253-259

torre receptora capaz de acumular la radiación, en donde se realiza un proceso de evaporación de sal y agua para poner en marcha una turbina generadora, transformando la energía mecánica en energía eléctrica. Para esto, se colocan un número determinado de seguidores solares denominados heliostatos, los cuales, están compuestos de una estructura que soporta varios espejos planos o ligeramente curvados que enfocan y acompañan la irradiación solar para redireccionarla hacia un receptor colocado en la parte superior de la torre [4].

Esta estructura debe ser capaz de soportar su propio peso y cargas de viento externo, así como mantener su deformación por debajo de un cierto umbral de tal manera que la pérdida del ángulo de aceptación de sus módulos permanezca dentro de límites tolerables. Para sustentar de una manera sólida el diseño de los concentradores solares, se debe definir las especificaciones geométricas de los materiales a utilizar y predecir con precisión su comportamiento bajo diferentes condiciones de trabajo.

2 Marco teórico

A continuación, se presentan los diferentes aspectos involucrados en el diseño de los seguidores solares.

2.1 Estructura de los heliostatos

La estructura de estos seguidores, esta acoplada a un sistema de accionamiento mecánico de dos ejes, además de un dispositivo de control de movimiento en el que se instala una rutina de seguimiento solar, que opera el sistema mecánico y mantiene un apuntamiento dentro de un rango angular hacia la superficie colectora de la torre[5].

La parte reflejante está conformada por espejos de vidrio de segunda superficie denominadas facetas, las cuales cuentan con tres o cuatro puntos de sujeción a los soportes de la estructura de metal. Esta conexión está dada por medio de celosías ajustadas por fijación roscada. A su vez, las celosías están sujetas a un eje cilíndrico horizontal llamado tubo estructural de torque. Dicho tubo, a través de un mecanismo altamente reductor, está unido al sistema que proporciona el movimiento al heliostato. Todas estas estructuras se encuentran fijas a un pedestal. El conjunto de los mecanismos reductores y la estructura que los une al pedestal y al tubo de torque, se conoce como cabezal [6].

2.2 Cargas de viento

Los vientos son movimientos horizontales de masas de aire provocados por diferencias de presión en las distintas zonas de la atmósfera y a la rotación terrestre. En el diseño estructural, esto se toma como una acción accidental desde el punto de vista de las combinaciones de carga en que interviene y de los factores de carga que se deben adoptar. cuando el libre flujo del viento se ve obstaculizado por un objeto fijo, tiene que desviarse para rodearlo, lo que provoca presiones sobre el objeto. Las partículas de aire golpean la

cara expuesta directamente al efecto del viento, ejerciendo sobre ella un empuje. En la cara opuesta, las estelas de flujo se separan del objeto provocando una succión. Estas dos fuerzas dan lugar a una fuerza de arrastre sobre el objeto [7].

La presencia de cargas de viento afecta en gran medida el comportamiento y la integridad física del heliostato, ya que su estructura debe ser lo suficientemente estable como para soportar estas fuerzas. El problema con las fuerzas del viento puede ser dividido en dos sub-problemas separados: En primer lugar, las cargas de viento deforman elásticamente la estructura de soporte de la superficie reflejante, reduciendo la calidad óptica del haz de luz reflejado, esto se le conoce como problema rígido. En segundo lugar, las cargas de viento pueden romper la estructura, ya sea debido a los fuertes vientos de ráfaga que causan sobrecarga, o a través de la fatiga debida a una carga de viento alternada, provocando que el material falle después de varios ciclos de carga. Esto se puede definir como problema de fuerza. Además, dado que la carga del viento es variable alternancia de ráfagas de viento causa vibraciones que pueden degradar el control de seguimiento del heliostato [8].

Los efectos de la carga debida al viento en la estructura del seguidor se analizan de manera vectorial en los ejes x, y, y z, teniendo como referencia la base de la estructura, con el eje x de frente a la superficie reflejante, el y de manera paralela y la z hacia arriba. Esto descompone la fuerza de arrastre del viento según la acción en cada uno de los ejes, esto está representado por la siguiente expresión (1)

$$F_i = CF_i * \frac{1}{2} * \rho * U^2 * A \quad (1)$$

En donde F_i es la fuerza de arrastre en la dirección del eje i, CF_i es la constante de la fuerza a lo largo del eje i, U es la velocidad del viento, ρ es la densidad del viento y A es el área de la superficie[9].

2.3 Esfuerzos y deformaciones

La acción de la fuerza de la gravedad afecta la estructura del heliostato, reflejándose como deformación. Para realizar un análisis estático, se cuenta con el método de elementos finitos, en donde se establecen las propiedades del material, sujeciones del modelo y las fuerzas actuantes sobre la estructura, como es su propio peso y carga debida a la acción del viento. Estas deformaciones se representan por (2), en donde K es la matriz de rigidez global, la cual contiene principalmente los grados de libertad de cada elemento; F es la matriz que contiene las magnitudes de fuerzas localizadas en cada nodo de los elementos y Q es el vector que contienen los desplazamientos de todos los nodos de un elemento.

$$KQ = F \quad (2)$$

El cálculo de esfuerzo en los elementos del estudio estático se genera una vez obtenidas las deformaciones, mediante (3), donde σ es la matriz que contiene los esfuerzos de cada elemento, D es la matriz dada por las propiedades del material (Modulo elástico y relación de Poisson), B es la matriz de deformación unitaria y q es el vector de desplazamiento de los nodos de un elemento.

$$\sigma = DBq \quad (3)$$

Una vez obtenidos los resultados de esfuerzo y deformación es importante calcular el factor de seguridad en la estructura del Heliostato. En (4) se muestra la expresión para el cálculo del factor de seguridad, donde σ_{limite} es el esfuerzo límite permisible y σ es el esfuerzo obtenido en los elementos de la estructura. Se busca encontrar una relación mayor a 1 [10].

$$FOS = \frac{\sigma_{limite}}{\sigma} \quad (4)$$

Para realizar este análisis de forma rápida y precisa, se cuenta con el uso de ingeniería asistida por computadora, o CAE, en donde se hace uso de tecnologías y herramientas de software para realizar evaluaciones como análisis estructural, fatiga y fractura, dinámica y cinemática, predicción de probabilidad de falla o análisis de fiabilidad [11].

2.4 Casos de investigación

Gran cantidad de estudios se han realizado sobre las cargas provocadas por la fuerza del viento y su efecto sobre la los heliostatos. Como ejemplo, tenemos a Zang [12], que analiza la respuesta mecánica de la estructura de los seguidores solares bajo cargas de viento por medio de software de elemento finito, en donde realiza un estudio estático describir la intensidad y rigidez, y uno dinámico para presentar las órdenes de frecuencia natural y modo de vibración. Además, Vázquez [13] establece en su disertación doctoral, una metodología para determinar las corrientes de viento dinámicas y predecir la respuesta de la estructura en condiciones atmosféricas turbulentas.

3 Diseño de la estructura

La estructura se basará en el diseño convencional, el cual consiste en espejos rectangulares denominados facetas, las cuales presentan una dimensión que va desde 1 a 3 metros cuadrados. Estos a su vez, son montados sobre una estructura de soporte principal con áreas de entre 1 hasta los 120 metros cuadrados. Esta estructura, permite el ajuste de la orientación de los espejos a través de tornillos, lo que puede permitir darle al concentrador

una forma parabólica para que la radiación proyectada se ajuste mejor a un mismo punto focal.

Las facetas de estos concentradores, requieren el uso de superficies con alta reflectancia especular, generalmente, se utilizan metales con un buen pulido o metales cubiertos con materiales reflectantes. Los tipos de metales más comunes que se utilizan se tienen aleaciones de plata o de aluminio pulido, los cuales presentan valores de reflectancia de entre 85 hasta un 98% [14].

Para definir la estructura de soporte principal, de una manera que mantenga su forma y funcionamiento, se cuenta con el uso del diseño estructural, en donde se define, modela, prueba y se documenta una propuesta de diseño. Con esto, se obtiene un aprovechamiento eficiente de los materiales y de las técnicas constructivas disponibles, con el fin de lograr un buen comportamiento de la estructura en condiciones normales de funcionamiento y una seguridad contra la ocurrencia de alguna eventualidad. Esta la estructura debe de resistir su propio peso y las fuerzas presentadas por la carga del viento, que lo afectan en gran medida [7].

4 Análisis

El análisis de las estructuras se realizará el método de volumen y elementos finito, el cual, reduce el problema a un número determinado de incógnitas, divide el dominio en elementos e interpola los resultados en los puntos entre cada uno de ellos. Estos puntos son denominados nodos y su densidad en relación al total del modelo, se le denomina malla.[15]. Para realizar este análisis de forma rápida y precisa, se cuenta con el uso de ingeniería asistida por computadora, o CAE, en donde se hace uso de tecnologías y herramientas de software para realizar evaluaciones como análisis estructural, fatiga y fractura, dinámica y cinemática, predicción de probabilidad de falla o análisis de fiabilidad [11].

Con este método, es posible conocer las deformaciones presentadas en la estructura debido a su propio peso y a fuerzas externas, esto depende de las propiedades del material y de las fuerzas presentadas en cada nodo. Además de las deformaciones, también es posible determinar el esfuerzo en los elementos del estudio. Estos dos factores son los que determinan el factor de seguridad de la estructura, que relaciona la capacidad de refuerzo máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido[10].

4.1 Dinámica de fluidos computacional (CFD)

Para conocer con precisión las fuerzas que actúan sobre un objeto o estructura en particular, se puede hacer uso de la dinámica de fluidos computacional, o CFD por sus siglas en inglés. Este método abarca la simulación de sistemas de ingeniería de fluidos mediante el modelado, formulación de problemas matemáticos físicos, y métodos numéricos, como métodos de discretización, solucionadores, parámetros numéricos y generaciones de cuadrículas, entre otros [16].

De manera general, que la estrategia de la CFD es reemplazar el dominio de problema continuo con un dominio discreto mediante una cuadrícula. Con esta discretización, cada variable de estudio se resuelve solo en los puntos de la cuadrícula y los puntos fuera de esta se determinan por medio de interpolación de los puntos más cercanos.

Para realizar la simulación de las cargas de viento, se debe de seleccionar un dominio alrededor del heliostato que permita delimitar el espacio con el cual se trabaja. Para esto, existen algunas consideraciones y recomendaciones para lograr que el volumen con el cual se trabaja sea el indicado y cumpla con los requerimientos de continuidad. Para definir el volumen de una manera adecuada, es necesario que las líneas de flujo no se compriman cerca de los límites de la región. De igual manera, resalta la importancia de definir correctamente las condiciones de frontera, por las cuales el flujo entra y sale del sistema.

Franke [17] en su manual de lineamientos para simulación CFD, presenta un método para determinar el dominio de control basado en la altura de la estructura a analizar, definiendo como H_n la distancia desde el piso hasta el punto más alto de la estructura. Como límite vertical, se concreta que el punto más alto del dominio debe de estar a una altura de $5H$, por lo tanto, la altura total de la región es de $6H$. En cuanto a la extensión longitudinal, recomendando una distancia de $5H$ frente a la estructura y una de $15H$ después de ella. Para las regiones laterales, se aconseja una distancia de por lo menos $2.3H$ entre la región lateral de la estructura y los límites transversales de la región.

5 Conclusiones

Una de las fuentes de energía renovables más importantes con las que contamos es el sol, por lo tanto, crear tecnologías e investigación para aprovechar esta energía resulta de gran beneficio para humanidad, generando además el impacto económico que podría llegar a generar estabilidad, bienestar y calidad de vida.

Uno de los métodos para aprovechar esta energía son los campos de concentración solar, conformados por una torre receptora y un número de seguidores solares. Para sustentar la inversión en este tipo de proyectos, la estructura de los seguidores debe ser capaz de soportar su propio peso y cargas de viento externo. Además, de mantener su deformación por debajo de un cierto umbral de tal manera que la pérdida del ángulo de aceptación de sus módulos permanezca dentro de límites tolerables. Para predecir con precisión estos efectos, se cuenta con el método de volumen finito y elemento finito y de los sistemas CAE.

Referencias

1. Bose B Global Warming: Energy, Environmental Pollution, and the Impact of Power Electronics . IEEE Ind Electron Mag 4:6–17. <https://doi.org/10.1109/MIE.2010.935860> (2010)
2. Alemán-Nava GS, Casiano-Flores VH, Cárdenas-Chávez DL, et al Renewable energy research progress in Mexico: A review . Renew Sustain Energy Rev 32:140–153. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.004> (2014)
3. Sen Z Solar Energy Fundamentals and Modeling Technique, 1st ed . Springer (2008)
4. Pavlović TM, Radonjić IS, Milosavljević DD, et al Assessment and potential use of concentrating solar power plants in Serbia and Republic of SRPSKA . Therm Sci 16:931–945. <https://doi.org/10.2298/TSCI111027100P> (2012)
5. Luque-Heredia I, Quéméré G, Cervantes R, et al The Sun Tracker in Concentrator Photovoltaics . Next Gener Photovoltaics New Concepts 165:61- (2012)
6. Rosales M Diseño, puesta en operación y evaluación de un heliostato con facetas deformables . UNAM (2016)
7. Piralla RM Diseño Estructural . 596 (2000)
8. Björkman N Heliostat Design . 1–156 (2014)
9. Peterka JA, Derickson Fort Collins, CO (United States). Fluid Dynamics and Diffusion Lab.] RG [Colorado SU Wind load design methods for ground-based heliostats and parabolic dish collectors . United States (1992)
10. Nieblas moroyoqui C, Herrera Jiménez V, García Gutierrez R, Benitez Baltazar V Modelación de la deformación de un heliostato sometido a cargas de viento mediante análisis de elemento y volumen finito (2012)
11. Chnag K-H e-Design, Computer Aided Engineering Design . Elsevier (2015)
12. Zang C, Wang Z, Liu X Design and analysis of a novel heliostat structure . 1st Int Conf Sustain Power Gener Supply, SUPERGEN '09 1–4. <https://doi.org/10.1109/SUPERGEN.2009.5348182> (2009)
13. Vázquez JF Dynamic Wind Loads on Heliostats Dynamische Windlasten auf Heliostaten (2016)
14. Hernandez M Diseño De Un Microhorno Solar Y Campo De Heliostatos Para Diversas Aplicaciones. (2013)
15. Madenci E, Guven I The finite element method and applications in engineering using ANSYS, 2nd ed . Springer (2015)
16. Zuo W Introduction of computational fluid dynamics . JASS 05 81--1 (2005)
17. Franke J, Hellsten A, Schlünzen H, Carissimo B Best practice guideline for the CFD simulation of flows in the urban environment (2007)

Análisis del ciclo de vida del producto para la mejora en la administración e integración de los sistemas, procedimientos y procesos de producción en la empresa ATS.

Pablo Gustavo Rodríguez-Morales¹, Francisco Octavio López-Millán¹, Germán Alonso Ruiz-Dominguez¹

Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
pablo68@hotmail.com, lopezoctavio@yahoo.com.mx,
gruiz@ith.mx.

Resumen. La capacidad para desarrollar nuevos productos en respuesta a las necesidades cambiantes del mercado constituye una de las claves para la supervivencia a largo plazo de una empresa. Applied Technical Services (ATS) es una empresa privada fundada en 1984 que proporciona servicios de fabricación electrónica de punta a punta, incluidos diseño, montaje superficial de componentes electrónicos, manufactura e integración final del sistema y pruebas. Su meta es crear valor a través de una base de clientes diversificada en segmentos de mercado tales como la salud, militar, aeroespacial, automotriz entre otros. Los rápidos avances de la tecnología están impulsando ciclos más rápidos del producto y mejorando la relación que existe entre precio y desempeño hacia los clientes. La competencia entre fabricantes está "elevando la barra" de rendimiento que necesita para triunfar en el mercado. Como resultado, muchas empresas se han enfrentado a la necesidad de reestructurar sus procesos para la introducción de nuevos productos para aumentar la velocidad, reducir costos y mejorar la capacidad de respuesta a las necesidades de los clientes. Product Lifecycle Management (PLM) es un sistema integrado y orientado a la información estratégica que acelera la innovación y el lanzamiento de productos exitosos. Está construido sobre el acceso común a un único repositorio de todos los conocimientos, datos y procesos. Captura las mejores prácticas y lecciones aprendidas, creando un almacén de valioso capital intelectual para su reutilización. Este proyecto se basa en analizar el ciclo de vida de los productos más importantes en ATS, desarrollar y administrar un núcleo central de los datos de cada producto para acceder a esta información y conocimiento sistemáticamente, integrando métodos, personas y procesos en cada una de las etapas de la vida del producto que ayuden a lograr una mejora significativa en el tiempo y costo en el lanzamiento de un producto.

Palabras Clave: PLM (Product Lifecycle Management), Calidad, Mejora Continua, IT (Information Technology), Innovación.

Rodríguez-Morales PG, López-Millán FO, Ruiz-Dominguez GA (2018) Análisis del ciclo de vida del producto para la mejora en la administración e integración de los sistemas, procedimientos y procesos de producción en la empresa ATS. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):260-267

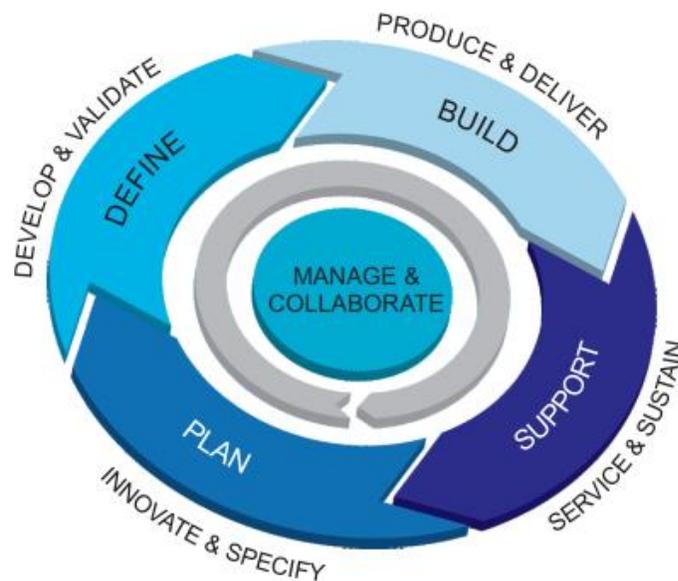
Análisis del ciclo de vida del producto para la mejora en la administración e integración de los sistemas, procedimientos y procesos de producción en la empresa ATS.

1 Marco teórico y trabajo previo.

Bajo el entorno macro económico en cual México está situado actualmente, donde la competitividad entre las economías de primer mundo y las emergentes son cada vez más agresivas, implica un fuerte cambio cultural, un cambio que solo puede ser alcanzado si estamos dispuestos como individuos, como sociedad y como sector industrial a adoptar una filosofía de mejora continua dentro de nuestra vida cotidiana. A medida que la organización va adquiriendo madurez, hay la oportunidad de mejorar los procesos actuales o crear nuevos procesos que incrementen la productividad, calidad y entregas del producto.

Product Lifecycle Management (PLM) es un sistema integrado y orientado a la información estratégica que acelera la innovación y el lanzamiento de productos exitosos. Está construido sobre el acceso común a un único repositorio de todos los conocimientos, datos y procesos. Captura las mejores prácticas y lecciones aprendidas, creando un almacén de valioso capital intelectual para su reutilización. (Lakshminadh Javvadi, 2011)

Product Lifecycle Management (PLM) puede ser representado como se muestra en la figura 1 a continuación:



1.1 Historia del (PLM)

La historia de la administración del ciclo de vida del producto o "PLM" por sus siglas en

inglés, inicio cuando American Motors Corporation (AMC) estaba buscando una manera de acelerar su proceso de desarrollo de producto para competir mejor contra sus competidores más grandes. En 1985, AMC inició el desarrollo de un nuevo modelo, que más tarde surgió como el Jeep Grand Cherokee. La primera parte en la búsqueda de un desarrollo de producto más rápido fue un diseño asistido por ordenador (CAD) sistema de software que hace que los ingenieros sean más productivos. La segunda parte de este esfuerzo fue el nuevo sistema de comunicaciones que permitía que los conflictos se resolvieran más rápidamente, así como la reducción de los costosos cambios de ingeniería porque todos los dibujos y documentos estaban en una base de datos central. La gestión de datos de producto fue tan efectiva que después de AMC fue comprada por Chrysler, el sistema se amplió a toda la empresa conectando todos los involucrados en el diseño y construcción de sus productos. Como una de las primeras en adoptar la tecnología de PDM, Chrysler ha sido capaz de convertirse en la industria automotriz el productor de más bajo costo, registrando los gastos de desarrollo que tenían la mitad del promedio de la industria a mediados de los años noventa. Esto motivó a la innovación de las empresas de software y OEM's para invertir en el desarrollo de diversas herramientas CAD y PDM.

Algunos de los hitos en la evolución de PDM/PLM incluyen:

- 1960: Nuevos métodos de visualización y equipos, primer proyecto CAD y aplicaciones de diseño, sketchpads y lápices luminosos aportan innovación en el proceso de diseño
- 1970: introducción de sistemas CAD/CAM, redacción 2D automatizada, primera producción independiente
- 1980 estaciones de trabajo: sistemas de PC nacieron en el mundo real, la introducción de sistemas 3D
- 1990's: Parametric CAD/CAM/CAE Systems, integra junto con otros componentes de PLM, la cooperación del mercado mundial y los grandes sistemas PLM de estas corporaciones, los precios de los componentes de hardware y la introducción de sistemas informáticos crece rápidamente el área de mercado/PLM CAx.

2 Descripción del problema a desarrollar.

El objetivo de este trabajo es mejorar la innovación y el lanzamiento de nuevos productos de la empresa ATS mediante la aplicación de la metodología PLM. Lo cual requiere mejorar la administración, la integración y la comunicación de todos los sistemas que están interconectados para la introducción de nuevos productos, así como lo relacionado a los cambios de ingeniería que afecten directamente al producto antes de que sea lanzado comercialmente.

Esta comunicación con el cliente debe tener un canal el cual garantice que la coordinación entre las áreas dentro de la compañía sea efectiva con el objetivo de manufacturar los nuevos productos cumpliendo con cada una de las especificaciones requeridas. Esto solo podrá lograrse alineando sus procesos y recursos con el objetivo de la

Análisis del ciclo de vida del producto para la mejora en la administración e integración de los sistemas, procedimientos y procesos de producción en la empresa ATS.

satisfacción del cliente. De esta forma la descripción del problema a desarrollar es el análisis del ciclo de vida del producto para la mejora en la administración e integración de los sistemas, procedimientos y procesos de producción en la empresa ATS.

La idea central del proyecto es la implementación de una herramienta de software que integre todos los procesos y personas que intervienen en el desarrollo y fabricación de un producto nuevo o en una modificación de un producto que actualmente se está fabricando.

Todos los procesos relacionados con la introducción o cambio de un producto están en un flujo de trabajo secuencial tradicional de ingeniería. El orden exacto de los eventos y tareas variarán según el producto y la industria, pero los procesos principales son:

- Concebir esta es la fase de requisitos del cliente. A partir de esta especificación del producto se define parámetros técnicos principales:

- Especificación
- Concepto de diseño

- Diseñar, el detallado del diseño y desarrollo de productos comenzará en esta fase que progresa a prototipo, a través de pruebas piloto, y a la plena liberación del lanzamiento del producto.

- Diseño detallado
- Validación y análisis simulación
- Diseño de herramienta

- Comprensión / Construcción una vez que los diseños de los componentes del producto están completados, los métodos de fabricación están definidos y esto también incluye herramientas de análisis para las operaciones de simulación de procesos tales como la fundición, moldeo, maquinado, etc.

- Plan de fabricación
- fabricación
- Montaje
- Build/Test

- Servicio la fase final del ciclo de vida implica una gestión de servicios de información que proporcionan a los clientes e ingenieros de servicios con información de apoyo para la reparación y el mantenimiento, así como la gestión de residuos/información sobre reciclaje. Esto implica el uso de herramientas para el mantenimiento, reparación y administración de las operaciones.

- MRO Software.
- Vender y entregar
- Uso
- Mantenimiento y Soporte
- Disposición

Existen muchas soluciones de software y han sido desarrolladas para organizar e integrar las diferentes fases del ciclo de un producto. Ninguna de las fases anteriores puede

considerarse en forma aislada. En realidad, el proyecto no se ejecuta secuencialmente o aisladamente de otros proyectos. Es la información que fluye entre las diferentes personas y sistemas. Una parte importante de PLM es la coordinación y la gestión de datos de la definición del producto. Esto incluye la gestión de cambios de ingeniería y liberar al estado de los componentes; configurar variaciones del producto; la gestión documental; gestión de recursos; planificación y evaluación del riesgo.

3 Resultados.

En base al análisis del modelo actual de la empresa ATS tiene documentado para la introducción de nuevos productos y cambios de ingeniería, se elaboró el siguiente diagrama de flujo, el cual ilustra los principales procesos:

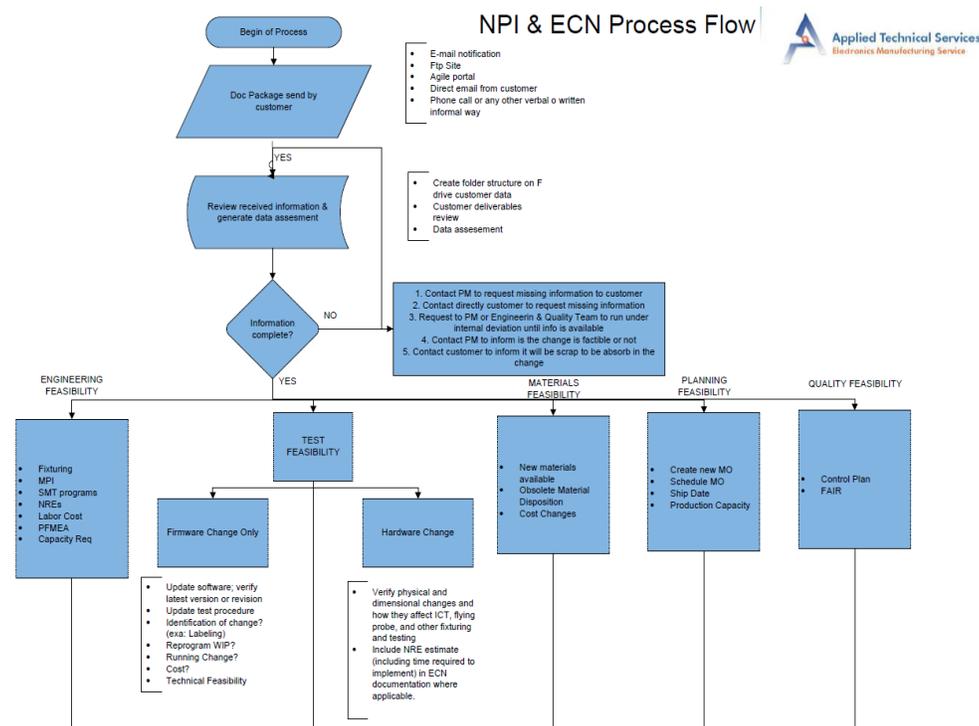


Figura 2. Procesos principales del NPI & ECN

El objetivo general del proyecto es utilizar el modelo DCOV (Definir-Characterizar-Optimizar-Verificar) para implementarla en los procesos relacionados con la introducción

Análisis del ciclo de vida del producto para la mejora en la administración e integración de los sistemas, procedimientos y procesos de producción en la empresa ATS.

de nuevos productos en la empresa ATS.

El proceso DCOV, está relacionado con la mejora en los procesos de diseño de un producto o servicio, con el desarrollo de productos y procesos, analizando cada una de las etapas actuales para la introducción de nuevos productos en ATS se deberá concluir en un modelo simple que mejore el tiempo y desempeño de cada una de las etapas que integran la cadena en el desarrollo de un nuevo producto.

A continuación, se define cada una de las fases y sus principales características:

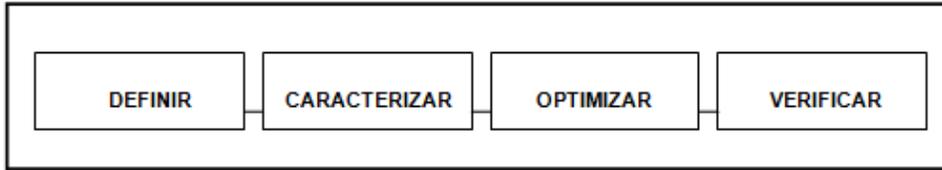


Fig. 3. Flujo de la Metodología DCOV

Fase Definir

El propósito de la fase de definición es sintetizar las necesidades, deseos de los clientes y la historia del producto/proceso en características de satisfacción o lo que se conoce como (CTS) por sus siglas en inglés “critical to satisfacción”. Esto ayuda a definir las expectativas de los clientes, haciendo que sea más fácil de diseñar, desarrollar y entregar productos que los clientes comprarán.

Fase Caracterizar

El equipo del proyecto ha definido las expectativas del cliente. Ahora, debe seleccionar el concepto de diseño más eficaz que cumpla los objetivos que corresponden a esas expectativas. Concretamente, el objetivo de caracterizar la fase es generar y seleccionar los conceptos de diseño y entender el sistema. El factor clave en el diseño del producto es la percepción del cliente del producto

Una vez analizado el proceso se puede utilizar Oracle PLM, el cual es un conjunto modular de aplicaciones, permitiendo elegir y aplicar la combinación de módulos que mejor se adapten a los sistemas existentes y a las necesidades de cada producto o familias de productos.

Fase Optimizar

El equipo DCOV comienza a diseñar para un desempeño sólido capaz de ser producido. Debe validar su función de transferencia, confirmar su estrategia de gestión del factor de ruido, crear un cuadro de mandos, determinar los valores óptimos para Xs, y desarrollar un plan de verificación.

Fase Verificar

El equipo del proyecto avanza hacia la conclusión de su proyecto mediante la confirmación de que el trabajo realizado en las fases anteriores desarrolló un diseño óptimo del producto que puede ser fabricado. El equipo también debe compartir los conocimientos adquiridos a partir de su proyecto con otros.

4 Conclusiones.

Las empresas deben desarrollar nuevos productos y versiones de productos de manera rápida y continua, todo esto dentro de un entorno donde se debe tomar en cuenta la presión a la baja sobre los precios y las cada vez más estrictas regulaciones que rigen los equipos eléctricos y electrónicos. Esto significa encontrar maneras de acelerar y mejorar el proceso de diseño, desarrollo y manufacturabilidad del producto. Gestionar todo el ciclo de vida del producto para mantener contentos a los clientes y garantizar el cumplimiento es una meta para la supervivencia comercial de cualquier empresa, esto se logra con una única fuente de datos del producto, potentes capacidades de gestión de la cartera de productos y una visibilidad clara de cada etapa del ciclo de comercialización y desarrollo de producto.

Se deberá llegar como conclusión a un mecanismo que definiremos como flujo de trabajo o “workflow” en inglés que plasme de forma simple y secuencial cada una de las etapas, actividades y responsabilidad entre los miembros del equipo de trabajo para el aseguramiento de la implementación de un nuevo producto o cambio de ingeniería. Abordamos también los cambios de ingeniería como algo muy importante que está ligado a esta mejora en la administración del ciclo de vida del producto, ya que es algo que ocurre inclusive antes del lanzamiento comercial del producto final.

A estos flujos de trabajo para la administración del ciclo de vida del producto los pudiéramos agrupar debido a nuestra investigación inicial en dos tipos:

1. Inmediato; es el flujo de trabajo que se puede definir cuándo se requiera un cambio o lanzar un producto nuevo de manera efectiva e inmediata. Para ejemplificar un poco más, puede aplicarse cuando un producto que actualmente se manufactura va a ser reemplazado por un nuevo número de parte, y no requiere algún cambio significativo en su diseño, solo alguna mejora a nivel componente.
2. Use up (utilizar hasta terminar); es el flujo de trabajo que se puede definir cuando un producto nuevo reemplazara de manera definitiva al anterior. Este flujo de trabajo requiere más actividades que el anterior ya que en la mayoría de las ocasiones no se tiene ningún conocimiento previo a la manufactura del mismo.

Nuestra investigación deberá comprender y estudiar la metodología actual para después en base al análisis plantear los flujos de trabajo que reemplazaran a los actuales que se llevan en ATS, los cuales se estarán cargando en la aplicación Oracle Agile, lo cual significará una migración de procesos documentales por una aplicación donde se podrá disponer de mayor información de manera digital adicional a los documentos actuales. Esta herramienta de software la cual interactúa con los integrantes del equipo de cada una de las áreas de soporte en la implementación de un nuevo producto podrá ser consultada por medio de una interfaz dentro y fuera de la empresa y cada miembro del equipo tendrá privilegios para sus responsabilidades y roles dentro del ciclo de vida del producto previo a su manufactura.

Esta aplicación ayuda a gestionar el ciclo de vida del producto para mantener contentos a los clientes y garantizar el cumplimiento, la cual es una meta para la supervivencia comercial de cualquier empresa, esto se logra con una única fuente de datos del producto y

Análisis del ciclo de vida del producto para la mejora en la administración e integración de los sistemas, procedimientos y procesos de producción en la empresa ATS.

una visibilidad clara de cada etapa de los flujos de trabajo en cada una de sus etapas.

Referencias

1. Moya MM, Alemán JLM (2012) La Revisión Del Conocimiento En Los Nuevos Productos: El Papel Mediador De La Creatividad Y La Velocidad Al Mercado. *Revista Española de Investigación de Marketing ESIC* 16:59–85. doi: 10.1016/s1138-1442(14)60009-7
2. Yang K (2005) *Design for six sigma for service*. McGraw-Hill, New York
3. Kumar C, Routroy S (2015) Demystifying Manufacturer Satisfaction through Kano Model. *Materials Today: Proceedings* 2:1585–1594. doi: 10.1016/j.matpr.2015.07.085
4. Wang F-K, Yeh C-T, Chu T-P (2016) Using the design for Six Sigma approach with TRIZ for new product development. *Computers & Industrial Engineering* 98:522–530. doi: 10.1016/j.cie.2016.06.014

Desarrollo de un modelo de planeación de la demanda estacional de la cadena de suministro en tiendas de conveniencia: Avances de Investigación

Luis Felipe Romero Dessens, Manuel Oscar Ibarra Rodriguez.

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial,
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México
luisfelipe.romero@unison.mx,manuel.ibarra.rod@gmail.com

Resumen. Este artículo presenta un estudio preliminar de las ventas de una cadena de tiendas de conveniencia en el noroeste de la república, proporciona la base para el análisis de las temporalidades que afectan a una comercializadora, lo cual conducirá a obtener la mejora de los indicadores relacionados con la venta en este tipo de negocios, que son: porcentaje de variación de venta, venta perdida y días de inventario. Los diferentes factores que afectan la venta de productos en estas organizaciones varían dependiendo del giro de la empresa y la estacionalidad de sus ventas. Por lo que la planeación de este tipo de eventualidades se convierte en un proceso clave de toda cadena suministro, buscando satisfacer los objetivos de cada eslabón de una comercializadora. Al hablar del término cadenas de suministro hacemos referencia a todas las partes involucradas, directa o indirectamente, no solo para satisfacer la necesidad de un cliente, sino para excederla y así ganar su lealtad. En el caso de una comercializadora comprende desde los proveedores de materias primas hasta el vendedor a detalle. Como ya se mencionó, una de las fases más importantes es la de planeación, ya que en esta parte se genera la estimación de la demanda, la cual, juega un papel importante para la producción, distribución e inventarios en cada eslabón. El proceso de la empresa en estudio abarca desde la selección de producto hasta su devolución al proveedor una vez terminado su período de venta en las tiendas. Debido a la gran variedad de productos que se distribuyen, administrar cada eslabón de la cadena se vuelve una ardua tarea para todos los involucrados, desde el proveedor que se encarga de abastecer los almacenes, hasta la operación que tiene que distribuir cada producto a tiendas en la cantidad correcta en el tiempo adecuado. Otro factor que complica la operación en esta empresa, está dado por la estacionalidad que sufre en 2 temporadas especiales del año, semana Santa y vacaciones de diciembre. Por ejemplo, en el 2015 el incremento de las ventas con respecto al año anterior fue de un 37% en la temporada decembrina, con un incremento en los inventarios fue un 11% solo en la tienda, sin considerar el efecto provocado al almacén ni al proveedor para contrarrestar estas variaciones de venta y satisfacer la estacionalidad. Por otra parte, en 2014 se generó una venta perdida 21% por no tener el producto en las tiendas, y por otra en el 2016 debido al alto nivel de inventario de productos en las tiendas se suspendió la compra para el almacén en la

Romero Dessens LF, Ibarra Rodriguez MO (2018) Desarrollo de un modelo de planeación de la demanda estacional de la cadena de suministro en tiendas de conveniencia. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):268-273

temporada decembrina con el argumento de altos niveles de existencias en las tiendas, provocando pérdidas en ventas de 35% con respecto al año anterior.

En conclusión, al desarrollar un modelo de planeación de la demanda para los artículos que distribuye esta comercializadora, mediante el análisis de la venta en temporadas específicas de años anteriores, se busca mejorar los tres indicadores asociados a la venta: porcentaje de variación en venta, reducción días de inventario y porcentaje de venta perdida.

Palabras Clave: Cadena de suministro, demanda, temporalidad, venta perdida, días de inventario.

1 Introducción

El término cadenas de suministro hace referencia a todas las partes involucradas, directa o indirectamente, no solo para satisfacer la necesidad de un cliente, sino para excederla y así ganar su lealtad. En el caso de una comercializadora comprende desde los proveedores de materias primas hasta el vendedor a detalle. Su principal objetivo es comercializar productos de consumo humano (alimentos y bebidas) y es ahí de donde se generarán ganancias en cada eslabón, incrementado la rentabilidad de todos los participantes [1]

Para alcanzar o superar las expectativas en la administración de la cadena de suministro (por sus siglas en inglés SCM), Warren Liao y Chang[2] consideran cubrir al menos una variedad de temas tales como previsión, adquisición, distribución, producción, logística, inventario y servicio al cliente. Cada tema se puede abordar en un nivel diferente: estratégico, táctico y operativo. Lo que conlleva a que las fases que intervienen en la toma de decisiones se clasifiquen como: diseño, planeación y operación [1]. El diseño define como serán distribuidos los recursos y los procesos; la planeación se encarga de todas las políticas referente al o los productos y su comercialización; por último, la fase proceso se encarga del manejo de toda la logística implicada en cumplir con los pedidos de los clientes de la mejor manera posible.

La fase más importante en SCM es la de planeación, ya que se toman decisiones que impactan directamente en la generación de valor y en el largo plazo, decisiones mal tomadas repercutirán en su comportamiento y su impacto económico, social y ambiental. En esta parte la estimación de la demanda juega un papel importante para la producción, distribución e inventarios en cada eslabón. Para Georgiadis and Rajaram [3] surgen complicaciones cuando hay una gran variedad de productos que se pueden obtener de diferentes proveedores, por ejemplo, para las tiendas de conveniencia, departamentales, etc. Es en esta parte de planeación de la demanda se centrará el presente estudio.

Este artículo se encuentra dividido en tres secciones, en la primera parte se hace una revisión de la literatura sobre los factores que afectan a una planeación de la demanda. La segunda refiere a describir las problemáticas en una cadena de tiendas a nivel nacional y por último se genera una propuesta de solución para el problema descrito en la sección anterior.

2 Marco Teórico

Ehrenthal, Honhon y Van Woensel [4] consideran que la incertidumbre de la demanda se encuentra entre los desafíos más importantes que enfrentan las empresas. La existencia de una alta variabilidad en la demanda de artículos plantea considerables dificultades para la previsión y control de existencias de los mismos. Existen muchos enfoques que pueden utilizarse para reducir esta incertidumbre y para mejorar el rendimiento de previsión y control de los inventarios de una empresa.

La demanda de los artículos en una cadena de tiendas de conveniencia a menudo varían significativamente, básicamente a dos aspectos: uno relacionado con los clientes (condiciones económicas, preferencias, diferencias culturales y demográficas) y otro a la operación de la tienda [5]. Otro factor que puede afectar la variabilidad gira entorno a la época del año, por ejemplo, la venta de bebidas frías tiene una mayor demanda en los meses de verano. Esto crea la necesidad de tener en cuenta estos periodos que afectan a lo largo del año para el control de los inventarios, la venta perdida por la falta de productos en los estantes y los crecimientos derivados del aumento de la demanda [4]. También el impacto de altos niveles de inventarios, que pueden afectar sus ganancias por mal manejo, excedentes que dejan de venderse y la posible obsolescencia de los productos; hay también cierto tipo de productos que son ventas temporales que no necesariamente tienen estacionalidad y que pueden llegar a afectar la operación y las ganancias de la comercializadora

Como ejemplo de modelos que buscan predecir las ventas estacionales tenemos una investigación en Sudáfrica donde se compararon 26 tipos de pronósticos (23 individuales y 3 combinados) en una cadena de tiendas de conveniencia. El resultado obtenido es el desarrollo de modelos dinámicos estocásticos de equilibrio general que incorporen parámetros conductuales y cambios de régimen de economía [6].

En una investigación Nikolopoulos [7] buscó una estrategia para estimar los patrones de demanda desde la perspectiva de pronóstico con intervalos de tiempo de menor frecuencia. En el Reino Unido se exploró esta alternativa con la empresa ADIDAS, en el modelo se estudiaron los efectos de mantener 5000 unidades de existencias de un producto, tratando de encontrar el nivel óptimo de los inventarios, así como el periodo de tiempo que iguale la duración de la entrega más su periodo de revisión, el resultado de este estudio fue el obtener el valor de la agregación en un contexto de demanda intermitente ().

Por otra parte, los pronósticos para las tiendas de conveniencia se ven afectados por los efectos de las categorías potencialmente influyentes a nivel SKU (Stock-Keeping Unit). Ma, Fildes y Huang [8] desarrollaron un modelo utilizando regresión LASSO (método de análisis de regresión que realiza selección de variables y regularización para mejorar la exactitud e interoperabilidad del modelo estadístico producido por este) de etapas múltiples, en general mejoró la precisión del pronóstico en un 12.6 por ciento con respecto al modelo que utiliza únicamente predictores del SKU sin considerar las categorías.

3 Descripción del Problema

El proyecto se realiza en una empresa que forma parte de FEMSA Comercio, líder en las tiendas de conveniencia en México bajo el nombre de Impulsora de Mercados de México (IMMEX). Parte de esta organización se dedica a la distribución de productos en las tiendas Oxxo, con una amplia variedad, que van desde artículos de tecnología, celulares, juguetes hasta artículos para consumo humano y uso doméstico.

El proceso de esta comercializadora abarca desde la selección de producto hasta su devolución al proveedor una vez terminado su período de venta en las tiendas. Debido a la gran variedad de productos que se distribuyen, administrar cada eslabón de la cadena de suministro se vuelve una ardua tarea para todos los involucrados, desde el proveedor que se encarga de abastecer los almacenes, hasta la operación que tiene que distribuir cada producto a tiendas en la cantidad correcta en el tiempo adecuado. Otro factor que complica la operación en esta empresa, está dado por la estacionalidad que sufre en 2 temporadas especiales del año, semana Santa y vacaciones de diciembre, principalmente en esta última, en la figura 1 se muestra la venta de los últimos 4 años en periodos mensuales, donde se observan muy marcados los picos de venta en la temporada decembrina.

Las temporadas fuertes del año donde se presentan incrementos de venta importantes, representan un reto importante año tras año, ya que se busca anticipar esta demanda y preparar al almacén y proveedor para contrarrestar las variaciones esperadas. Cada año desde el 2014 ha presentado alguna problemática, desde el aumento de los inventarios buscando proteger la venta, hasta suspender los resurtidos al almacén por los niveles considerables de sobre inventario que existían en tiendas, teniendo alguna repercusión en la venta para la empresa.

En el 2015 el incremento de las ventas con respecto al año anterior fue de un 37% en esta temporada, con un incremento en los inventarios fue un 11% solo en la tienda, sin considerar el efecto provocado al almacén ni al proveedor para contrarrestar estas variaciones de venta y satisfacer la estacionalidad. El tratar de estimar el comportamiento de la demanda en estos periodos ha provocado, por una parte, en 2014 una venta perdida 21% por no tener el producto en las tiendas, y por otra en el 2016 debido al sobre inventario de productos en las tiendas se suspendió la compra para el almacén en la temporada decembrina con el argumento de altos niveles de existencias en las tiendas, provocando pérdidas en ventas de 35% con respecto al año anterior.

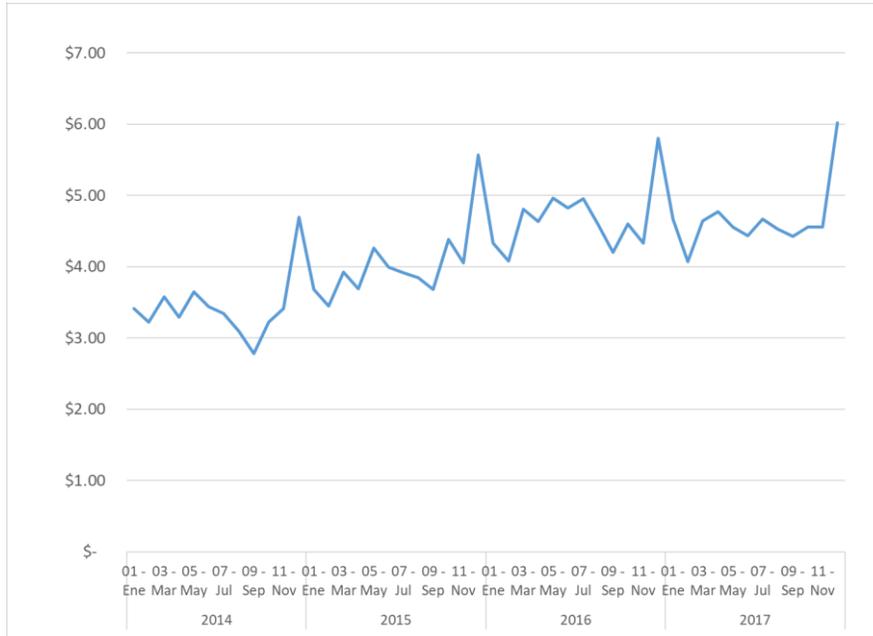


Figura 1. Ventas mensuales en millones de pesos.

4 Propuesta de solución

La figura 2 nos muestra el modelo propuesto para la planeación de la demanda con en la cadena en tiendas de conveniencia.

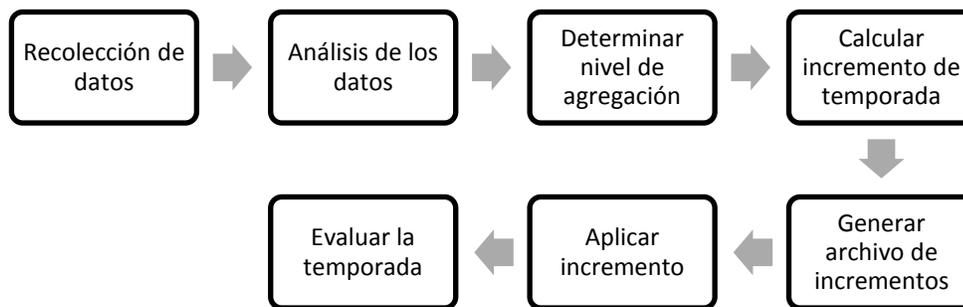


Figura 2. Modelo de planeación de la demanda propuesto.

La figura anterior nos muestra las etapas del modelo, se empieza con la recolección de datos de venta, en esta etapa se busca tener la mayor cantidad de información y en diferentes series de tiempo: mensual, semanal y diario; y en diferentes estratos de ventas, como lo son artículo-tienda, familia de productos-tienda, familia de productos-plaza, etc. Lo que se busca es tener lo más detallada la base de ventas.

Una vez recabada los datos se analizan los datos bajo los siguientes estratos y series de tiempo buscando encontrar las variaciones que se presentan por la temporada navideña. La tercera fase nos ayuda a determinar qué nivel de agregación van a tener los datos para realizar el pronóstico, se simulará el 2017 utilizando el método de Winter y se escogerá aquel que presente el mejor error medio absoluto.

La siguiente fase es determinar el incremento que sufren a las tiendas por la variación de las ventas, estos se calcularán usando el mismo método que en la simulación. El paso siguiente es realizar el archivo con los pronósticos calculados en la fase anterior para convertirlos con el área encargada de aplicar los incrementos, que es la penúltima etapa del modelo.

Por último, se evaluará el comportamiento del modelo de la siguiente manera: primero se medirá el error medio absoluto de cada cálculo; la segunda parte será mediante los indicadores que maneja la empresa: % de variación de la venta, % de venta perdida, % de desabasto y días de inventario.

Una vez evaluado el modelo se harán las correcciones, de ser necesario, para aplicar el modelo de nuevo en la próxima temporada, que es la de semana santa.

5 Conclusiones

Debido a todas las implicaciones que tiene una mala planeación de la demanda en cualquier empresa que se dedique a la venta de productos, en especial organizaciones como IMMEX que atienden alrededor de 330 puntos de venta y un manejo de 5,000 SKU a la semana (solo en Hermosillo), resulta clave tener una herramienta que ayude a estimar las variaciones en las ventas, en especial aquellas que presentan incrementos importantes año tras año.

Al aplicar el modelo se tendría mayor certeza en la planeación y en particular para las 2 estacionalidades contempladas, con lo que todas las áreas implicadas para cumplir con el objetivo de maximizar las ventas estarían alineadas lo mejor posible y tendrían mayor oportunidad de planificar sus actividades para lograrlo.

Otros beneficios que obtendrían con este proyecto son, por una parte, la mejora y el control de los indicadores de abasto, entre ellos la venta perdida, la cual estima la oportunidad de venta que se no se efectuó por qué no se encontró producto en el punto de venta, pero el principal es el de días de inventario, ya que este mide el tiempo en que tardaríamos en desplazar nuestras mercancías, reduciéndolos al mínimo ya que el análisis se realiza a cada SKU con detalle en tienda.

Referencias

1. Chopra, S. and Meindl, P. 2008. *Administración de la cadena de suministro - Estrategia, Planeación y Operación*.
2. Warren Liao, T. and Chang, P. C. 2010. 'Impacts of forecast, inventory policy, and lead time on supply chain inventory a numerical study', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 128(2), pp. 527–537. doi: 10.1016/j.ijpe.2010.07.002.
3. Georgiadis, G. and Rajaram, K. 2013. 'The retail planning problem under demand uncertainty', *Production and Operations Management*, 22(5), pp. 1200–1213. doi: 10.1111/j.1937-5956.2012.01424.x.
4. Ehrenthal, J. C. F., Honhon, D. and Van Woensel, T. 2014. 'Demand seasonality in retail inventory management', *European Journal of Operational Research*. Elsevier B.V., 238(2), pp. 527–539. doi: 10.1016/j.ejor.2014.03.030.
5. Agrawal, N. and Smith, S. A. 2013. 'Optimal inventory management for a retail chain with diverse store demands', *European Journal of Operational Research*. Elsevier B.V., 225(3), pp. 393–403. doi: 10.1016/j.ejor.2012.10.006.
6. Aye, G. C. et al. 2015. 'Forecasting aggregate retail sales: The case of South Africa', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 160, pp. 66–79. doi: 10.1016/j.ijpe.2014.09.033.
7. Nikolopoulos, K. et al. 2011. 'An aggregate--disaggregate intermittent demand approach (ADIDA) to forecasting: an empirical proposition and analysis', *Journal of the Operational Research Society*, 62(3), pp. 544–554. doi: 10.1057/jors.2010.32.
8. Ma, S., Fildes, R. and Huang, T. 2016. 'Demand forecasting with high dimensional data: The case of SKU retail sales forecasting with intra- and inter-category promotional information', *European Journal of Operational Research*. Elsevier Ltd., 249(1), pp. 245–257. doi: 10.1016/j.ejor.2015.08.029.

Implementación de un sistema de mejora para el suministro y flujo de materiales basado en principios y herramientas de logística esbelta

Jaime Leon Duarte, Milka Larrinaga Muro

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial,
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
jleond@industrial.uson.mx, milka.larrinaga@gmail.com,

Resumen. El entorno actual dentro de las organizaciones está caracterizado por la necesidad de tener sistemas flexibles de producción que permitan atender y satisfacer la constante variación en la demanda del cliente, para esto es necesario desarrollar y mantener sistemas logísticos que contribuyan a adaptarse a las necesidades del cliente al menor costo posible. La administración de las cadenas de suministro es una herramienta de mejora esencial en los negocios hoy en día, al centrar los esfuerzos no solo en los procesos productivos si no también en procesos logísticos.

Este trabajo de investigación propone el desarrollo de un sistema de mejora, integrado por cuatro fases, para el suministro y flujo de materiales dentro de una empresa que permita satisfacer los requerimientos de producción en base a la demanda del cliente eliminando tiempos de espera de material y reduciendo el inventario en proceso.

Palabras clave: Lean Manufacturing, logística, logística esbelta, sistema de suministro de material, flujo de material, sistema pull.

1 Introducción

El entorno competitivo dentro de las organizaciones hoy en día obliga a las empresas a desarrollar y mantener un sistema logístico que permita entregar los bienes o servicios correctos en el lugar correcto, en el tiempo correcto, en las condiciones deseadas, generando el menor costo y mayor beneficio posible para la organización. Contar con redes internas y externas eficientes de abastecimiento y distribución de material resulta esencial para lograr una logística adecuada, impactando directamente la competitividad de las empresas, ya que en el área logística los costos son muy elevados y representa una oportunidad evidente para agregar valor al producto.

Leon Duarte J, Larrinaga Muro M (2018) Implementación de un sistema de mejora para el suministro y flujo de materiales basado en principios y herramientas de logística esbelta. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):274-280

El sistema bajo estudio corresponde a una empresa proveedora mundial de arneses localizada en Hermosillo, Sonora, la cual en el año 2015 identificó la necesidad de implementar un sistema de fabricación que le permitiera incrementar la eficiencia y las entregas a tiempo, así como la reducción de consumo de materiales y reducción de inventario en proceso, debido a eso decidieron emigrar de un sistema basado en el historial de la demanda del cliente (push) a un sistema pull, Este cambio implicó la adecuación de los procesos que integran el sistema de fabricación, entre ellos el flujo y suministro de materiales. Como resultado de este cambio surge la necesidad de desarrollar un proceso para el diagnóstico y mejora de un sistema de suministro y flujo de materiales que permita cumplir con los requerimientos internos en la empresa.

En los últimos años ha cobrado auge dentro de los sistemas productivos la filosofía de manufactura esbelta que se enfoca en satisfacer las necesidades del cliente sólo con la cantidad esencial de recursos. Estudios recientes presentan la unión de esta filosofía con el área de logística, dando lugar a la Logística esbelta, la cual consiste en mejoras en la cadena de valor, mediante la aplicación de una serie de herramientas de manufactura esbelta aplicadas a los procesos de flujo, adquisición, almacén y distribución de materiales, no únicamente los procesos de manufactura o propios de producción.

Este artículo forma parte de un proyecto de investigación cuyo objetivo es reducir y en medida de lo posible eliminar los tiempos de espera de material o paros de líneas que tienen un impacto directo en costos de producción y niveles de inventario en proceso así como entregas a tiempo. El desarrollo de este artículo se compone de cinco apartados. Partimos de conceptualizar algunos términos claves para el entendimiento de la investigación expuestos e el marco teórico, seguido de esto el apartado de problemática, nos permitirá situarnos en el contexto del problema, identificar las variables que intervienen en el problema así como proponer un modelo a seguir para la solución de la problemática presentada. Seguido de los resultados esperados al implementar el modelo propuesto y posteriormente se formulan conclusiones.

2 Marco Teórico

Womack [1] definió LEAN como la forma de combatir cualquier actividad humana que absorbe recursos y no crea valor; tomando esta definición como referencia, se puede afirmar que lean se enfoca en satisfacer las necesidades del cliente sólo con la cantidad esencial de recursos. Es por ello que dentro de los sistemas productivos resulta esencial desarrollar y mantener sistemas logísticos que permitan adaptarse a las necesidades del cliente al menor costo posible. Ballou [2] quien definió la misión de la logística como el acción de entregar los bienes o servicios correctos en el lugar correcto, en el tiempo correcto, en las condiciones deseadas, mientras se tenga el mayor beneficio para la organización.

Dentro de la filosofía lean se han desarrollado algunas ramas, entre ellas Lean Logistics (LL). Esta rama busca aplicar los principios de la manufactura esbelta en la gestión logística de una empresa, incluyendo los procesos de flujo, adquisición, almacén y distribución de

materiales, no únicamente los procesos de manufactura o propios de producción [3] impactando directamente la eficiencia y productividad de los procesos de fabricación. La cual busca eliminar los desperdicios y actividades que no agregan valor y generan un costo en los procesos que conforman la cadena de suministros y con esto incrementar la productividad, optimizar costos, reducir tiempos, así como distribuir el material necesario en el momento y cantidad adecuada, buscando la efectividad en la distribución de productos.

Algunos autores como Agarwal y Tapping [4] presentan una serie de conceptos respecto a LL, sin embargo, no establecen una metodología concreta para su aplicación, se centra en las principales herramientas lean enfocadas a logística, como sistemas de identificación de “Mudas=Desperdicios”, Value Stream Mapping, Takt Time y Sistemas Kanban. El modelo Kanban se inspiró en los supermercados, concretamente en la comunicación entre el cliente y el producto, ya que en otros sitios se ofrecen productos al consumidor cuando lo necesitan en la cantidad que se requiere. Tomando esto como referencia, la administración de recursos para el surtido y flujo de materiales se enfoca en suministrar a los obreros los componentes que se requieren para realizar su tarea en el momento en que lo necesitan y en la cantidad que se necesitan garantizando eficiencia. [5]

La aplicación de las herramientas Lean en la cadena de suministro en el flujo interno de material ha tenido impacto positivo mejorando la productividad y eficiencia en la producción en la industria, como es el caso de la implementación del método kanban en una empresa de la industria textil en Cd. Juárez reduciendo el inventario en proceso en la línea de producción, alcanzando los estándares establecidos de 532 piezas que equivalen a un 75.83% contra un 16.9% que se tenía anteriormente, aumentando significativamente la productividad. [6]

Por otra parte, en una empresa aeronáutica se sustituyó el método de suministro de material sustituyendo el sistema clásico push por el sistema pull basándose únicamente en la demanda real del cliente. Aplicando los principios básicos de Justo a Tiempo, se obtuvieron resultados positivos indudablemente, reflejados principalmente en la reducción de productos defectuosos y el nivel de inventario en proceso en las células de fabricación. En este caso de estudio se visualizó para futuros trabajos la importancia de un buen control de calidad en las materias primas, ya que uno de los principales problemas al implementar el sistema kanban fueron los retrasos en producción provocados por materia prima defectuosa, que se entregaba mediante el sistema, marcando así un precedente para incluir el análisis de calidad de materia prima en la implementación de sistema kanban [7]

3 Problemática

El suministro de componentes en el área de ensamble final se realiza por parte del área de almacén, basado en los requerimientos previamente establecidos por ingeniería. Actualmente no se cuenta con un procedimiento que permita definir los valores adecuados de los parámetros que componen el sistema de suministro de materiales, dichos parámetros son establecidos de forma experimental y/o según criterio personal por parte del

Implementación de un sistema de mejora para el suministro y flujo de materiales basado en principios y herramientas de logística esbelta

departamento de ingeniería. Debido a esto algunos parámetros no cuentan con el valor adecuado, como números de parte seleccionados, tamaño de bines, cantidad de componentes, entre otros. Como resultado de esta situación se presentan problemas con el abastecimiento de material, lo que provoca escenarios extremos como exceso de inventario en proceso y faltantes en algunos componentes, lo que a su vez trae como consecuencia paros en producción. Por el momento, no existe un análisis que permita replantear los valores adecuados en base al requerimiento del cliente y capacidad del área.

Por otra parte, las rutas establecidas para el suministro y flujo de componentes no son respetadas en los recorridos porque no existen las condiciones adecuadas para ejecutarse, como pasillos obstruidos de forma permanente, o espacios reducidos que no permiten que el abastecimiento de material sea de forma “invisible” para producción y en la cantidad establecida de 80% de la capacidad del contenedor correspondiente.

Lo anterior ha provocado el incremento en el inventario en proceso, impactando directamente el flujo de efectivo de la empresa y por ello se propone el desarrollo de un sistema de mejora para el suministro y flujo de componentes dentro de la empresa integrado por 4 fases (figura 1), el cual busca implementar un sistema de entrega eficiente que permita mejorar el proceso y satisfacer los requerimientos del área de producción asegurando la disponibilidad de componentes en el área de ensamble final, mediante la aplicación de principios y herramientas de Logística Esbelta.



Figura. 1. Modelo de propuesta de solución

El diagrama de la figura 1 muestra la propuesta dividida en cuatro fases para darle solución a la problemática presentada. Fase 1 consiste en identificar y cuantificar los desperdicios del sistema actual, sus modos de fallas y el impacto en la eficiencia y productividad en el sistema de suministro y flujo de componentes, seguido de fase dos que implica desarrollar una metodología para realizar un análisis que determine el valor adecuado de los parámetros y reestructurar la ruta de abastecimiento en base a la demanda. Una vez desarrollada la metodología se propone la implementación del sistema de mejora de suministro de materia; y la realización de los cambios requeridos resultantes del análisis de valores en los

parámetros, así como la ejecución de nuevas rutas de abastecimiento propuestas con la fábrica visual necesaria y por último fase cuatro consistirá en evaluar el sistema aplicado y validar eficiencia de nuevas rutas y valores modificados en el sistema de suministro y flujo de material.

4 Resultados esperados

Como resultado de la implementación del modelo propuesto se espera identificar áreas de oportunidad que den paso a la generación de una estrategia de mejora para plantear un procedimiento basado en una metodología que permita realizar un análisis estándar para definir los valores adecuados de los parámetros del sistema de suministro y flujo de componentes asegurando la disponibilidad de componentes en el área de ensamble final en base a la demanda del cliente.

Se espera también generar el rediseño de las rutas con la frecuencia adecuada que permitirá reducir la cantidad de inventario en proceso y llegar a los niveles deseados para lograr una salud financiera en la empresa. Por otro lado el proyecto busca crear la plataforma para realizar los análisis para la definición de los parámetros de un sistema de suministro y flujo de componentes para futuros proyectos. Esta investigación buscar alinear los requerimientos internos a la demanda del cliente, mediante el análisis adecuado para desarrollar y validar un sistema que permita mejorar el suministro y flujo de material dentro de la empresa.

5 Conclusiones

La flexibilidad en los sistemas productivos y la capacidad de adaptarse a la variabilidad en la demanda del cliente es esencial para las empresas hoy en día. También tener la capacidad de responder adecuadamente a los constantes cambios es una realidad que el mercado actual demanda, por ello la importancia de construir sistemas internos flexibles en los departamentos que integran una empresa, en especial un área crítica como es la cadena de suministros.

El abastecimiento de material juega un papel fundamental en la producción de cualquier empresa, es el punto de partida para cumplir con los requerimientos del cliente en el tiempo previsto. El abastecimiento adecuado de material no se compone únicamente del suministro físico, parte más bien, del análisis adecuado para determinar los parámetros correctos, como cantidad de material a suministrar así como la capacidad de reacción ante los cambios en la demanda.

Los principios de logística esbelta se enfocan en planificar, ejecutar, suministrar y monitorear el abastecimiento de material buscando el equilibrio entre la disponibilidad para el área de producción y mantener niveles de inventario adecuados tanto para el área

productiva como para finanzas. De manera que podamos suministrar solamente la cantidad de material necesaria requerida por los procesos, para esto es necesario trabajar en conjunto las áreas implicadas, como ingeniería, materiales, planeación entre otros, manteniendo un ritmo de trabajo que permita abastecer materiales en el momento necesario y en la cantidad necesaria. En este caso si el proceso siguiente pide material de una manera no continua con respecto al tiempo y a la cantidad, el proceso anterior no podrá responder a esta necesidad, por ello la importancia de implementar un sistema de suministro y flujo de material que persiga como meta óptima mover el material entre operaciones de uno a uno, marcado por el requerimiento del cliente como inicio y termine como requerimiento a nuestros proveedores como final, en el tiempo que nos permita satisfacer las necesidades de nuestro cliente.

Contar con un sistema eficiente de suministro y flujo de material basado en los principios esbelto nos permite tener la capacidad de responder ante los cambios en la demanda de manera eficiente, asegurando el abastecimiento a producción, eliminando tiempos de espera de material o paros de líneas, así como llegar a nivel óptimos de inventario que contribuyan al flujo de efectivo en las empresas. La validación de la eficiencia del sistema de suministro y flujo de material dependerá exclusivamente de las necesidades internas y objetivos de la empresa.

Referencias

1. Womack, James P., Jones Daniel, T. (2013) Lean Thinking Banish Waste and Create Wealth in your corporation. Simon and Schuster. New York.
2. Ballo, Ronald H. (2005) Business Logistics Management, Prentice Hall. Upper Saddle River, N.J.E. U. A.
3. Tech (2012) Lean Manufacturing a perspective of lean suppliers. International Journal of Operations and Productions Management, Vol 23, 1376
4. Agarwal Chander (2005) Lean Logistics Now Available in India. Enero-Marzo 2005
5. Tapping, Don, Luyser, Tom y Shuker, Tom(2005), Value Stream Management Productivity Press. New York.

Propuesta de implementación de una estrategia de producción esbelta para la mejora del flujo de materiales de un proceso de ensamble en una empresa manufacturera

Ricardo Ortega Del Castillo, María Elena Anaya Pérez

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N,
C. P. 83000, Hermosillo, Sonora, México

ricardo_ortega14@hotmail.com, elena.anaya@unison.mx

Resumen. Manufactura esbelta es una disciplina inspirada en el Sistema de Producción Toyota (TPS) que busca eliminar los desperdicios, o actividades que no agregan valor, de los procesos de producción. En la actualidad, debido a la creciente exigencia de los clientes, las empresas se apoyan en esta disciplina para mejorar sus procesos sin comprometer la calidad de sus productos. Con el rediseño del flujo de materiales durante el ensamble de los Pilares B, mediante técnicas y herramientas de manufactura esbelta, tales como mapeo de la cadena de valor (VSM por sus siglas en inglés) y flujo de una sola pieza, se espera lograr una disminución en la mayor medida posible de los desperdicios identificados, trayendo como consecuencia, un aumento en la eficiencia del proceso.

Palabras clave: manufactura esbelta, desperdicios, ensamble, vsm, one piece flow

1 Introducción

Los cambios económicos, políticos y sociales a lo largo de los años en el mercado mundial, han forzado a las organizaciones a ser ampliamente competitivas. Las organizaciones se han visto obligadas a mejorar sus procesos de producción, con el fin de proporcionar productos de la más alta calidad, a precios competitivos y en menor tiempo [1].

El propósito de este documento es presentar una propuesta, basada en la filosofía de producción esbelta, cuyo objetivo es eliminar los desperdicios detectados en un proceso de ensamble llevado a cabo en una empresa manufacturera ubicada en Hermosillo, Sonora, México. Para ello se revisaron casos prácticos con objetivos similares donde los resultados fueron positivos.

La propuesta se centra en el proceso de ensamble de las piezas llamadas Pilar B. Estos pilares son sub-ensambles que posteriormente forman parte de un producto terminado.

Ortega Del Castillo R, Anaya Pérez ME (2018) Propuesta de implementación de una estrategia de producción esbelta para la mejora del flujo de materiales de un proceso de ensamble en una empresa manufacturera. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):281-286

Durante su procesamiento, los Pilares B son transportados entre estaciones en lotes de 40 unidades, y no cuentan con un flujo continuo, ya que en lugar de avanzar directamente a la siguiente estación, son llevados a un almacén temporal.

Lo descrito en el párrafo anterior refleja la ineficiencia del proceso, en el que se presenta un empleo de recursos, tales como tiempo, espacio, personal y equipo, que pudieran ser reasignados y donde los principales desperdicios detectados son el tiempo de espera, el inventario en proceso y el transporte de los materiales.

2 Marco Teórico

2.1 Manufactura Esbelta

El término de manufactura esbelta (1940) o producción esbelta, se desarrolló a partir de las iniciativas de Taiichi Ohno inspirado en el Sistema de producción Toyota (TPS). Es un sistema integrado cuyo objetivo principal es mejorar la eficiencia de los procesos, eliminando desperdicios [2]. Es una forma de producir bienes a menor costo, en menos tiempo, con menos mano de obra, de mayor calidad y con mayor variedad [3].

En términos de producción, un desperdicio es toda aquella actividad, proceso u operación que no agregue valor al producto final. Dicho de otro modo, si un cliente no pagara por ello, es un desperdicio [4]. Estos han sido clasificados en 7 categorías: Sobreproducción, transporte, tiempo de espera, sobre-procesamiento, exceso de inventario, defectos y movimientos innecesarios [5].

2.2 Cadena de Valor

Para que las organizaciones apunten a prevenir y eliminar los desperdicios en los procesos de producción, es necesario que identifiquen la cadena de valor de sus productos [1]. La cadena de valor para cualquier organización, es el conjunto de aquellas actividades que agregan valor al producto terminado, desde una fuente de materia prima, pasando por los proveedores de componentes, hasta entregar el producto terminado a los consumidores [6].

La identificación de esta cadena para cada familia de productos es uno de los principales pasos de la producción esbelta, ya que contribuye a la identificación de desperdicios. El análisis de la cadena de valor a menudo muestra que hay tres tipos de actividades, las que agregan valor, las que no agregan valor pero son necesarias y las que no agregan valor y deben ser evitadas [7].

2.3 Mapeo de la Cadena de Valor

VSM (mapeo de la cadena de valor) es una herramienta que permite la visualización y comprensión del flujo de material e información a través de la cadena de valor. Se utiliza

para proporcionar una visión global de las actividades involucradas en el proceso de producción, y por lo tanto, permite la identificación de los desperdicios [8].

Tiene como objetivo identificar los desperdicios para después eliminarlos o reducirlos y así aumentar la eficiencia en los procesos de producción [9]. Menores costos de producción, un tiempo de respuesta más rápido para el cliente y mayor calidad de los productos son, por lo tanto, resultados que se pueden esperar al aplicar VSM a un proceso de producción [8].

2.4 Flujo de Una Sola Pieza

La producción esbelta se centra en la mejora del flujo del material, y recomienda que para eliminar desperdicios del proceso se debe cambiar de un flujo de lotes grandes hacia uno donde las piezas se muevan de una en una entre las diferentes estaciones del proceso. Es una regla de diseño que reduce significativamente el tiempo de fabricación [10].

La base de flujo de una sola pieza estipula que las unidades de un lote viajan entre máquinas o procesos una a la vez, no esperan a que se complete el resto del lote. En otras palabras, las operaciones de piezas en diferentes máquinas se superponen y se llevan a cabo en paralelo, lo que reduce los tiempos de espera de las piezas y, por ende, los tiempos de fabricación [11].

2.5 Casos Prácticos

A continuación se presentan algunos de los casos prácticos revisados para la elaboración de la propuesta:

En un estudio del 2016, describen el uso del mapeo de la cadena de valor en el proceso de producción de piezas de automóvil para una importante empresa automotriz. Ellos recopilaron y analizaron datos relevantes del proceso para posteriormente, crear un mapa del estado inicial, de modo que pudieron identificar los desperdicios presentes en su proceso para luego mapear los procesos futuros y estimar cuales serían los beneficios financieros que se obtendrían llegando a ese estado. Las propuestas se presentaron, se discutió el plan de acción y se tomó la decisión sobre qué opción elegir. Como resultado, se redujo el tiempo de ciclo del proceso y el tiempo de entrega. También se redujo la fuerza laboral necesaria para operar el proceso, y se consiguieron los ahorros económicos estimados [9].

En un estudio en 2009, proponen una metodología con el objetivo de reducir al máximo las operaciones adicionales y definir el flujo ideal para procesos, todo esto con el objetivo de facilitar la práctica de flujo de una sola pieza. Después de implementar la metodología en algunas compañías de pequeño y mediano tamaño, se obtuvieron como resultados más comunes la reducción de los inventarios en proceso, transportes y esperas, además, el tiempo de procesamiento de los sistemas se acortó significativamente en cada caso y el costo que se generaba al tener inventario en proceso se eliminó [11].

Durante un estudio en 2012, señalan que el uso de VSM mejoró el enfoque en iniciativas de producción esbelta, ya que revela desperdicios obvios y ocultos que afectaron la

productividad de la producción de la compañía D45T. Existía una gran cantidad de tiempo donde los productos solo esperaban a ser procesados y no se les agregaba valor. La evidencia cuantitativa mostró que muchas de las herramientas de producción esbelta tienen un impacto positivo relacionado con la reducción de este tiempo de espera. El VSM aplicado para evaluar el impacto esperado de un cambio en el proceso de producción dio como resultado ahorros significativos para la compañía [12].

Otros casos relacionados señalan como principales resultados de la aplicación de flujo de una sola pieza la creación de un flujo continuo de piezas que evitaría enormes esfuerzos para el almacenamiento y transporte de piezas entre operaciones [13]. Reduce el tiempo de producción, mejora la tasa de tiempo de valor agregado en el ciclo, por lo que la tasa de productividad aumenta. Su implementación se ajusta a producción esbelta por lo que permite una gestión eficiente de la cadena de suministro para las empresas manufactureras [14].

3 Propuesta.

Con base en los casos prácticos mostrados anteriormente y en la metodología que a continuación se presenta, la propuesta es implementar un flujo de una pieza a la vez durante el ensamble de los Pilares B, para así poder reducir o eliminar los desperdicios detectados en el proceso de producción.

4 Metodología

Existen 5 principios fundamentales en la filosofía de la manufactura esbelta [15], los cuales son catalogados como fases a seguir en una metodología [16], para el caso se tomaron a consideración los primeros 4:

4.1 Identificar las características que crean valor.

Esta fase se puede considerar como diagnóstico y evaluación, se deben detectar cuáles son las características que agregan valor al producto terminado. Se debe observar desde el punto de vista del cliente interno y externo.

4.2 Identificar la cadena de valor.

En esta fase se deben determinar cuáles son las actividades que contribuyen a aportar valor al producto. Se puede utilizar VSM como herramienta para visualizar la cadena de valor y generar una propuesta para eliminar aquellas actividades que no agregan valor y que tampoco son necesarias.

Propuesta de implementación de una estrategia de producción esbelta para la mejora del flujo de materiales de un proceso de ensamble en una empresa manufacturera

4.3 Trabajar en la mejora del flujo.

Los esfuerzos deben ir dirigidos hacia el flujo de las actividades. Apoyados en el VSM se debe crear un flujo de movimiento ininterrumpido del material a través de las operaciones mediante un sistema de flujo de una sola pieza.

4.4 Trabajar según la demanda del cliente.

Una vez que se minimizan los desperdicios, y se establece un flujo, los esfuerzos se encaminan a permitir que el cliente sea quien determine la producción.

5 Resultados Esperados

Al modificar el flujo de los Pilares B, mediante la implementación de una estrategia de producción esbelta, se pretende lograr una mejora en la eficiencia del proceso de ensamble, trayendo consigo una disminución en el tiempo de procesamiento, inventarios en proceso, transportes involucrados y recursos empleados.

6 Conclusiones

Cambiar el tamaño de lote de los Pilares B de 40 unidades a 1, es decir, implementar un flujo de una sola pieza, reduciría considerablemente el inventario en proceso, por ende las esperas y los transportes involucrados también se verían disminuidos. Es por esto que se tiene la confianza en implementar esta propuesta ya que causaría beneficios en el departamento de logística debido a que se pudiera reubicar a personal involucrado en el transporte de los lotes entre las estaciones, lo que se traduce como ahorro para la empresa. Además, esta propuesta se podrá replicar en procesos similares en cualquier organización, trayendo consigo, resultados similares.

Referencias

1. Andrade, P., Pereira, V., Conte, E.: Value stream mapping and lean simulation: a case study in automotive company. *International Journal Of Advanced Manufacturing Technology*. 85, 547-555 (2016)
2. Shah, R., Ward, P. T.: Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*. 25, 785-805 (2007)
3. Hill, CT.: The future of manufacturing. *Issues In Science & Technology*. 7(4), 94-96 (1991)
4. Womack, J. P., Roos, D., Jones, D. T.: *The Machine That Changed the World*. Free Press, (1990)

5. Minardi, R.: Muda: The 7 Deadly Wastes: eliminating common sources of unnecessary excess. *Labtalk*. 16-22 (2017)
6. Shank, John K., Vijay Govindarajan.: *Strategic Cost Management: The New Tool for Competitive Advantage*. Free Press, New York (1993)
7. Womack, J., Jones, D.: *Lean Mentality in Businesses: Eliminate Waste and Create Wealth*. Gulf Professional Publishing, Rio de Janeiro (2004)
8. Rother, M., Shook, J.: *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Lean Enterprise Institute, Brookline Massachusetts (2003)
9. Lacerda, A., Xambre, A., Alvelos, H.: Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry. *International Journal Of Production Research*. 54(6), 1708-1720 (2016)
10. Black, J.T.: Design rules for implementing Toyota Production System. *International Journal of Production Research*. 45(16), 3639–3664 (2007)
11. Satoglu, S., Durmusoglu, M., Ertay, T.: A mathematical model and a heuristic approach for design of the hybrid manufacturing systems to facilitate one-piece flow. *International Journal Of Production Research*. 48(17), 5195-5220 (2010)
12. Rahani, A. R., Al-Ashraf, M.: Production flow analysis through value stream mapping: a lean manufacturing process case study. *Procedia Engineering*. 41, 1727-1734 (2012)
13. Heuer, V., *One-Piece-Flow: Case Hardening Technology for Lean Manufacturing*. *Industrial Heating*. 34-39. (2016)
14. Wang, S., Li, A.: A Case Study on One-Piece-Flow Production Mode Designing. *Industrial Engineering and Management Innovation Proceedings*. 373-380 (2013)
15. Womack, J. P., Jones, D. T.: *Lean Thinking* (2nd Edition). Simon & Schuster, Inc (2003)
16. Nave, D.: How to compare six sigma, lean and the theory of constraints. *Quality progress*. 35(3), 73-78 (2002)

Metodología de Gestión de Proyectos en una empresa dedicada al Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Gerardo Sánchez-Schmitz, Oscar Oswaldo Acosta-Villavicencio

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial,
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
gsanchez@industrial.uson.mx, ooacostav@gmail.com

Resumen. Las metodologías de Gestión de Proyectos son ampliamente implementadas y utilizadas por muchas organizaciones en el mundo. Seleccionar y adaptar una metodología depende del tipo de proyectos que realiza la empresa. Cuando una organización administra sus proyectos sin establecer estándares en sus actividades, se presentan contratiempos durante el ciclo de vida del proyecto. Con la finalidad de reducir las problemáticas encontradas en una empresa dedicada al diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), se propone seleccionar e implementar una metodología de Gestión de Proyecto a medida basada en buenas prácticas y estándares internacionales.

Palabras clave: Gestión de Proyectos, Metodologías, Adaptación, Implementación, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

1 Introducción

Las actividades que realizan las organizaciones dedicadas a crear y mejorar productos o servicios según necesidades y requerimientos de sus clientes representan un desafío en su administración debido a la temporalidad, áreas requeridas y las variables difíciles de controlar dentro del ciclo de vida de cada proyecto [1]. Estas empresas se caracterizan por la fragmentación durante las fases del proyecto, debido a esto, los participantes en una o diferentes fases se enfrentan a la ineficiencia en sus procesos de coordinación, colaboración y comunicación [2].

Una gran proporción de los proyectos no cumplen con los objetivos establecidos [3], tradicionalmente, los encargados de cumplir con el logro de las metas, los objetivos, el presupuesto establecido durante el ciclo de vida son los directores de proyectos [4]. En la actualidad es común para las organizaciones trabajar con varios proyectos al mismo tiempo, surgiendo la necesidad de crear una estructura organizacional y funcional para mantener en orden las actividades de cada proyecto [5].

Sánchez-Schmitz G, Acosta-Villavicencio OO (2018) Metodología de Gestión de Proyectos en una empresa dedicada al Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):287-292

En las organizaciones la Gestión de Proyectos (GP) es una práctica muy utilizada para el seguimiento de sus actividades cotidianas, sin embargo, el nivel de competencia actual del mercado y sus rápidos cambios, las obliga a desarrollar respuestas rápidas para seguir siendo competitivas [6]. Las herramientas de gestión de proyectos facilitan entre los miembros del equipo la coordinación de las actividades, compartir y controlar los cronogramas, los planos, los recursos, las tareas y las bases de datos compartidas para el intercambio de información técnica [7].

El presente artículo tiene como objetivo el desarrollo y adaptación de una organización desarrolladora de proyectos, a un estado de ejecución de buenas prácticas adecuadas a las características propias en la administración de los proyectos.

2 Marco teórico

2.1 El proyecto y su ciclo de vida

Un proyecto es un esfuerzo temporal llevado a cabo para crear un producto, servicio o un resultado único, cumpliendo objetivos mediante la producción de entregables; estos objetivos definen la meta hacia la cual se debe dirigir el trabajo, un resultado a obtener, un producto o servicio a prestar. Cumplir con los objetivos del proyecto puede producir como entregables un producto único, servicio único, resultado único o una combinación entre las anteriores. Realizar un proyecto impulsa el cambio en las organizaciones y hacen posible la creación de valor del negocio [8].

El ciclo de vida de los proyectos conforma de fases secuenciales, las más comunes son Iniciar, Organizar y preparar, Ejecutar y Cerrar la fase del proyecto. El nombre y secuencia de cada fase están determinados por las necesidades de control de la o las empresas involucradas; la fase del proyecto son el conjunto de actividades del proyecto lógicamente relacionadas, culminando generalmente en la finalización de un producto [9].

2.2 La gestión de proyectos

La Gestión de Proyectos es la utilización de habilidades, herramientas y técnicas necesarias para completar el éxito de un proyecto; incluye también una combinación entre el trabajo de los individuos, definir las restricciones y gestionar los recursos del proyecto [10]. En encuestas realizadas a profesionistas en la Gestión de Proyectos, buscaron demostrar de manera empírica que un correcto desempeño de la Gestión de Proyectos se correlaciona con el éxito del proyecto dentro de las organizaciones en Emiratos Árabes Unidos y recomiendan a las organizaciones invertir en un marco de Gestión de Proyectos con el fin de lograr el éxito del proyecto [11].

2.3 Metodologías para la Gestión de Proyectos

Profesionales e investigadores han establecido asociaciones internacionalmente reconocidas, con el fin de afrontar las dificultades derivadas en la gestión de proyectos, tales como el International Project Management Association (IPMA®) y el Project Management Institute (PMI®) la cual publica guías estándares internacionales [12]. Además, diversos profesionistas han desarrollado metodologías como PRINCE2 en base a sus experiencias en la Gestión de Proyectos [13].

En una comparación entre metodologías de Gestión de Proyectos como el PMBOK, PRINCE2 y Agile, concluyeron que la metodología Agile es mejor para proyectos pequeños, el PMBOK es útil si lo administra una persona [14] y PRINCE2 es utilizada por principalmente por organizaciones gubernamentales y globales [13].

2.4 Casos de investigación

Rasnacis y Berzisa [15], implementaron una metodología Agile básica de Gestión de Proyectos en una empresa desarrolladora de software con un grupo de 10 – 16 personas, teniendo como resultados una mejora en sus procesos de desarrollo; menos errores, entregas más rápidas, comunicación más efectiva, mejor calidad, mejor análisis de riesgos y menos costos. Al realizar un análisis de resultados de la investigación, concluyeron que una exitosa implementación depende en gran medida a la preparación previa del equipo de trabajo.

En la propuesta realizada por Yuts y Picado [12], se identificó las características de los proyectos y las actividades que llevaban a cabo en una empresa editorial. Se encontró que la organización no contaba con una figura clara de director de proyectos, no se almacenaba los proyectos realizados ni sus experiencias, la planificación era corta, los controles de cambios eran nulos. Se estableció la figura formal de Director de Proyectos, desarrolló un plan de implementación de la metodología de proyectos seleccionando los pasos, actividades, técnicas y herramientas adecuadas de los estándares internacionales a sus proyectos.

3 Caso de estudio

El trabajo de investigación será realizado en una empresa con más de 25 años de experiencia en el desarrollo de proyectos en el tratamiento de aguas residuales, ofreciendo a sus clientes soluciones integrales en el diseño en ingeniería, construcción, equipamiento, puesta en marcha y operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), cada uno los proyectos o servicios que realiza la empresa son únicos por los alcances, localización y necesidades.

La gestión empleada en la empresa actualmente no contempla la planificación de cada proyecto ni los procedimientos estándar de cada actividad para manejar la información entre cliente y organización. Lo anterior da como resultado fechas de entrega tardías que generan multas en proporción al valor del proyecto, uso de horas extra, no se realiza el control de

cambios y la empresa asume los costos cuando el producto final no cumple el diseño de la obra.

4 Metodología

La investigación consistirá en seleccionar e implementar una metodología para la Gestión de Proyectos en una empresa dedicada al diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, mediante el contraste entre las prácticas actuales de la organización y el conjunto de estándares internacionales que mejor se adapten a sus procesos. Las actividades por realizar son las siguientes:

Analizar detalladamente la situación actual en la Gestión de Proyectos de la empresa para conocer el entorno de la problemática.

Desarrollar o adaptar una propuesta de metodología adecuada a la empresa, que permita dar solución a la problemática.

Realizar pruebas piloto durante el desarrollo de proyectos de corto periodo y realizar ajustes.

Implementar la metodología dentro de la empresa para el desarrollo de todos los proyectos en curso y por realizar.

5 Resultados esperados

El desarrollo de esta investigación permitirá a la empresa implementar las buenas prácticas y estándares internacionales para el tipo de proyecto que realizan. Además, desarrollar un punto de comparación entre los anteriores y nuevos proyectos; utilizando la información que se genera en cada uno, así mismo, identificar las actividades que representan para la empresa; un mayor riesgo en costo; tiempos de desarrollo extensos; mayor cantidad de recursos invertidos; jerarquía para la toma de decisiones. Al identificar estas actividades, la empresa puede aceptar nuevos proyectos si dispone de una adecuada administración de sus recursos en general y mínimas pérdidas en el desarrollo de los proyectos.

6 Conclusiones

Cada vez más organizaciones reconocen la importancia de una adecuada gestión de sus procesos en el desarrollo de sus proyectos, resultado de problemáticas comunes asociadas, en algunas circunstancias, a falta de estándares en los procedimientos en el ciclo de vida de los proyectos. En el caso de estudio, la administración adecuada de las actividades en una empresa dedicada al diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales es de gran importancia durante el ciclo de vida de los proyectos que desarrolla para sus clientes, generando más posibilidades de éxito en el cumplimiento de los alcances iniciales. Es

importante señalar que implementar una metodología a medida de Gestión de Proyectos en la empresa no es suficiente para asegurar el éxito de los proyectos. La organización debe comprender con claridad el alcance y requerimientos de cada proyecto, realizar un buen trabajo previo a la implementación con los integrantes del equipo, mantener el compromiso de los trabajadores y gerencia; son algunos de los elementos claves para obtener los mayores beneficios de la metodología.

Referencias

1. R. F. Herrera, F. C. Muñoz-La Rivera, C. F. Vargas, and M. M. Antio, "Uso e Impacto de los Modelos nD como Herramienta para la Dirección de Proyectos en la Industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción," *Inf. tecnológica*, vol. 28, no. 4, pp. 169–178, 2017.
2. S. K. Lee and J. H. Yu, "Success model of project management information system in construction," *Autom. Constr.*, vol. 25, pp. 82–93, 2012.
3. A. ul Musawir, C. E. M. Serra, O. Zwikael, and I. Ali, "Project governance, benefit management, and project success: Towards a framework for supporting organizational strategy implementation," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 35, no. 8, pp. 1658–1672, 2017.
4. E. S. Andersen, "Value creation using the mission breakdown structure," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 32, no. 5, pp. 885–892, 2014.
5. C. M. Betancurt, I. Pinzón, and J. S. Posada, "Experiencias de Implementación de PMO en Empresas de la Ciudad de Medellín," *Rev. EIA*, vol. 11, no. 21, pp. 133–143, 2014.
6. A. Azanha, A. R. T. T. Argoud, J. B. de Camargo Junior, and P. D. Antonioli, "Agile project management with Scrum," *Int. J. Manag. Proj. Bus.*, vol. 10, no. 1, pp. 121–142, 2017.
7. D. X. Peng, G. R. Heim, and D. N. Mallick, "Collaborative product development: The effect of project complexity on the use of information technology tools and new product development practices," *Prod. Oper. Manag.*, vol. 23, no. 8, pp. 1421–1438, 2014.
8. Project Management Institute, *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*, 6th ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2017.
9. M. Kropyvko S., "Technological and regulatory aspects of quality management during the life cycle of investment and construction projects," *Econ. Process. Manag. Int. Sci. E-Journal.*, no. 4, 2016.
10. H. Kiani, S. H. Hosseini, and F. Abdi, "A MODEL TO INVESTIGATE THE EFFECT OF WORK ETHIC CULTURE ON DYNAMICS OF," *Interdiscip. Descr. Complex Syst.*, vol. 16, no. 2, pp. 40–59, 2018.
11. F. A. Mir and A. H. Pinnington, "Exploring the value of project management: Linking Project Management Performance and Project Success," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 32, no. 2, pp. 202–217, 2014.
12. O. Yuts and M. Picado, "Propuesta de una metodología para dirección de proyectos en

- la empresa ABC.,” Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2017.
13. R. Vaničková, “Application of PRINCE2 Project Management Methodology,” *Stud. Commer. Bratisl.*, vol. 10, no. 38, pp. 227–238, 2017.
 14. W. W. Yen, “A Case Study Assessment of Project Management Maturity Level in the Malaysia ’ s IT Industry,” pp. 361–371, 2016.
 15. A. Rasnacic and S. Berzisa, “Method for Adaptation and Implementation of Agile Project Management Methodology,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 104, no. December 2016, pp. 43–50, 2016.

Metodología Para La Mejora De Un Proceso De Manufactura De ArneseS Electrónicos Mediante Un Sistema de Trazabilidad Interno

Blanca Melissa De La Re-Iñiguez, Jaime Alfonso León-Duarte, Jaime Olea
Miranda

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N,
C. P. 83000, Hermosillo, Sonora, México

blanca_melissadlr@hotmail.com, jaime.leon@unison.mx,
jolea@industrial.uson.mx

Resumen. Uno de los procesos más utilizados para la fabricación de productos plásticos es el moldeo por inyección, del cual resultan productos complejos, de alta calidad y con bajos costos de producción. Sin embargo, este proceso presenta defectos constantemente debido a las propiedades del material, lo cual, aunado a la alta demanda del mercado que exige producir a un ritmo elevado, incrementa las fallas en el producto. Los defectos encontrados no siempre son resultado del material utilizado, ya que intervienen factores como la maquinaria, mano de obra, método empleado, entre otros. Con la finalidad de identificar en que fase del proceso tienen lugar los defectos, para actuar en consecuencia sobre las causas raíz, se propone la implementación de un sistema de trazabilidad, mediante la tecnología de código de barras.

Palabras clave: Procesos de Inyección, Trazabilidad, RFID, Códigos de Barras.

1 Introducción

En la actualidad, los productos plásticos están cada vez más presentes en la sociedad [1], con aplicaciones desde juguetes hasta componentes electrónicos, partes de automóviles o aviones. Algunas de las ventajas de los materiales plásticos son las siguientes: baja densidad, resistencia química, durabilidad, además funcionan como aislantes y son económicos para producir en grandes cantidades [2].

De La Re-Iñiguez BM, León-Duarte JA, Olea-Miranda J (2018) Metodología Para La Mejora De Un Proceso De Manufactura De ArneseS Electrónicos Mediante Un Sistema de Trazabilidad Interno. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):293-299

Para facilitar su producción, existe el moldeo por inyección el cual es uno de los procesos más importantes actualmente ya que los artículos fabricados por este medio representan más del 50% de todos los productos plásticos [3]; el moldeo por inyección permite producir piezas complejas, de alta calidad, alta estabilidad dimensional, superficies finas y limpias, tiempos de ciclo cortos, bajos costos de producción y fabricar inclusive con diferentes plásticos, además de tener un alto grado de automatización [4-6].

La investigación se llevará a cabo en una empresa manufacturera de arneses localizada al noroeste de México, la cual es proveedora de arneses para el sector automotriz; la organización tiene clientes alrededor del mundo, especialmente fabricantes de maquinaria pesada.

Debido a las funciones que el arnés debe cumplir dentro del vehículo, este debe llevar un recubrimiento especial de espuma, por lo que el proyecto se realizará en el área de inyección de espuma. Existen múltiples problemas dentro del área, entre ellos se encuentra la subutilización de mano de obra y maquinaria, falta de capacidad para procesar las piezas y falta de organización dentro del área. Cabe mencionar que, aun cuando se tiene control de los arneses procesados, la cantidad de defectos y la eficiencia del proceso, existe gran cantidad de parámetros que no se conocen puntualmente, o en ocasiones, los datos no coinciden con la realidad del proceso; además, se desconoce cuándo y en que estación ocurrió cada defecto, así como el responsable del mismo.

Del desperdicio total de la empresa, el área de inyección de espuma representa el 18%. Además, el límite de defectos permitidos es superado constantemente, ya que el nivel máximo aceptable a la semana es de 4000 PPM's (partes por millón), y en lo que va del año se han registrado 9000 PPM's en promedio. Las no conformidades más comunes son: cable dañado, recubrimiento de espuma incompleto, dimensiones incorrectas, burbujas en la superficie del material, entre otros.

2 Marco teórico

2.1 Procesos de inyección

El proceso de inyección por moldeo es el más utilizado en la industria, sin embargo, debido a las propiedades del material, se presentan defectos constantemente [1]. La demanda de productos fabricados por inyección sigue en aumento, y las piezas a fabricar son cada vez más complejas, por lo que es necesario producir a un ritmo más elevado [7]. Las etapas de la inyección por moldeo se pueden sintetizar en tres: llenado, empaque, y enfriamiento. En la primera etapa, de llenado, el polímero caliente se vierte rápidamente en una cavidad fría; durante la etapa de empaque se usan distintas presiones para que el plástico derretido llene completamente la cavidad, sin dejar burbujas de aire; por último, en la etapa de enfriamiento el plástico inyectado se enfría y solidifica para poder extraer de forma estable el producto final [8].

2.2 Desperdicios

A pesar de las grandes ventajas que poseen los procesos de inyección por moldeo, se reconoce que son también complicados en su operación por la cantidad de variables que es necesario controlar, lo cual incide en la cantidad de desperdicios presentes en el proceso, que se definen como las actividades que no proporcionan valor agregado desde la perspectiva del consumidor y no son necesarias por razones financieras, legales o de cualquier otra índole [9].

Los desperdicios dentro de una empresa no sólo se traducen en productos defectuosos, o servicios que no cumplen con las necesidades del cliente.

Toyota ha identificado 7 tipos de desperdicios, como lo mencionan Liker y Meier [10]: sobreproducción, espera, transporte, sobre procesamiento, exceso de inventario, movimientos innecesarios y defectos.

2.3 Sistemas de identificación de productos

Para contribuir con el flujo de información en la cadena de suministro, de una forma ágil y eficiente, se emplean sistemas de identificación de productos, como las tecnologías de código de barras y radiofrecuencia. Para las distintas empresas, identificar sus productos a través de la cadena de suministro resulta de gran importancia debido a la gran cantidad de transacciones que se realizan diariamente, ya que se requiere información para la planeación y control de las operaciones de los involucrados en la cadena de suministro, como proveedores, productores, transportistas, distribuidores y clientes. Gracias a lo anterior, se ofrece la trazabilidad de los productos como valor agregado y como medio para satisfacer normas y requerimientos legales [11].

La tecnología por radiofrecuencia, o RFID (por sus siglas en inglés) es un sistema automático de identificación y adquisición de información, el cual permite recolectar y transferir datos de producción y negocios. Mediante una etiqueta electrónica, esta tecnología utiliza ondas de radiofrecuencia para transferir información a través de un transmisor y receptor de señal, con la finalidad de identificar y monitorear el producto en su paso por el proceso de manufactura [12].

En Unilever, empresa de clase mundial que maneja productos de consumo masivo, se implementó un sistema de control de movimiento y trazabilidad de tarimas en el almacén de producto terminado. Como resultado, se obtuvo un gran impacto debido al incremento del número de tarimas manipuladas por día, reducción costos y aumento de eficiencia [13].

Otro sistema de identificación de producto, es la tecnología de códigos de barras, el cual está compuesto de líneas y espacios, lo que permite capturar información de productos, siendo escaneados por sistemas laser o con cámara. Se utiliza para identificar números de productos, números de serie y números de lote. Los códigos de barras juegan un papel importante ya que permiten a las empresas rastrear automáticamente los productos a través de la cadena de suministro [14].

En un estudio realizado en el Servicio de Farmacia y el Hospital de Día de Oncología y Hematología, se implementó un sistema de trazabilidad en el proceso farmacoterapéutico oncológico mediante código de barras, con el fin de dar solución a los problemas por errores de medicación. Los resultados obtenidos reflejan pacientes con seguridad total en la cuestión de suministro de medicamentos, y enfermeros que han evitado múltiples errores de medicación [15].

3 Metodología

Se realizará un diagnóstico dentro del área de inyección de espuma, con la finalidad de conocer sus principales problemas, así como las líneas en las que se presentan mayor cantidad de defectos y se generan mayores costos. Se desarrollará un software para la trazabilidad de las piezas que se procesan dentro del área, de acuerdo a las necesidades que se presentan en la misma. Se realizarán pruebas para comprobar el correcto funcionamiento del software y de ser necesario se realizarán modificaciones. Se instalará el equipo dentro del área, y se capacitará a los operadores, técnicos e ingenieros involucrados en el proceso. Posteriormente se evaluará la funcionalidad del nuevo sistema por un periodo de un mes y se documentarán los resultados.

En la figura 1 se sintetiza la metodología propuesta.



Figura 3. Metodología propuesta

4 Resultados esperados

Con la implementación de sistema de trazabilidad mediante código de barras, se espera tener el conocimiento preciso de los productos que entran y salen del área, la eficiencia por molde, y los defectos por estación, entre otros beneficios. Con la información obtenida se podrán tomar acciones específicas según operador, estación, molde, producto, o inclusive por la hora del día.

5 Conclusiones

Debido a la constante búsqueda de mejorar procesos, es fundamental para cualquier empresa contar con las herramientas adecuadas para la toma de decisiones. Con la implementación de un sistema de trazabilidad dentro del área de inyección de espuma, será

posible localizar que factores son los principales causales de los defectos del proceso y tomar acciones puntuales para su corrección. Además, el nuevo sistema permitirá acceder a reportes en tiempo real de la producción para conocer puntualmente los principales indicadores del área de inyección de espuma y conocer los tiempos de ciclo del proceso, con la finalidad de requerir a las líneas de ensamble final solo las piezas que son posibles procesar por el área de inyección de espuma.

Referencias

1. Agazzi, A., Sobotka, V., LeGoff, R., Jarny, Y.: Inverse method for the cooling system design in injection moulding – application to a “T-shaped” piece. *Inverse Problems in Science and Engineering*. 22(5): 707–726 (2014)
2. Yang, Y., Chen, X., Lu, N., Gao, F.: *Injection Molding Process Control, Monitoring, and Optimization*, Munich: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. (2016)
3. Wang, X., Gu, J., Shen, C., Wang, X.: Warpage optimization with dynamic injection molding technology and sequential optimization method. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 781(1–4), 177–187 (2015)
4. Godec, D., Rujnic-Sokele, M., Šercer, M.: Processing parameters influencing energy efficient injection moulding of plastics and rubbers. *Polimeri*. 33(3/4), 112–117 (2012)
5. Ortiz Espinoza, G.P.: *Análisis De Un Proceso De Moldeo Por Inyección En La Máquina Boy En Una Empresa Maquiladora De Arnéses De Hermosillo, Sonora*. Universidad de Sonora. (2014)
6. Yilmaz, G., Ellingham, T., Turng, L.: Improved Processability and the Processing-Structure-Properties Relationship of Ultra-High Molecular Weight Polyethylene via Supercritical Nitrogen and Carbon Dioxide in Injection Molding. *Polymers*, 10(36) (2018)
7. Raz, K., Zahalka, M., Polak, R.: Injection molding simulations of hardly producible parts from PBT. *Annals of DAAAM & Proceedings*, 27, 501–506 (2016)
8. Moayyedean, M., Abhary, K., Marian, R.: The analysis of short shot possibility in injection molding process. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 91, 3977–3989 (2017)
9. George, M.L., Rowlands, D., Price, M., Maxey, J., Jaminet, P., Watson-Hemphill, K., Cox, C.: *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Process Quality, Speed, and Complexity*. Mc Graw-Hill (2005)
10. Liker, J.K., Meier, D.: *The Toyota Way Fieldbook*, Mc Graw-Hill (2006)
11. Correa Espinal, A., Álvarez López, C.E., Gómez Montoya, R.A.: Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro. *Estudios gerenciales*. 26(116), 115–141 (2009)
12. Ramírez Hernández, R.E.: *Diseño Y Validación De Un Sistema De Visibilidad Del Proceso De Producción Aplicando Tecnología RFID En Una Empresa De Manufactura De Persianas*. Universidad de Sonora. (2013)

13. Ángeles, R.: RFID Technologies: Supply-Chain Applications and Implementation Issues. *Information Systems Management*. 22, 51–65 (2005)
14. GS1, 2018. GS1 Barcodes, <https://www.gs1.org/barcodes>.
15. Casado Abad, G., Moro Agud, M., Herrero Ambrosio, A., Sanchez Martín, A.: Trazabilidad en el proceso farmacoterapéutico oncológico. *El Farmacéutico Hospitales*. 205, 15–24 (2015)

Propuesta para la integración de materiales no utilizados a la cadena de valor en una empresa manufacturera

Melissa del Carmen Aviña-Olivares^{1§}, Jaime Olea-Miranda¹,
Jaime Leon-Duarte², Alonso Pérez-Soltero²

¹Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial,
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
meluchitas_111@hotmail.com, jaime.oleam@gmail.com,
Jaime.leon.duarte@gmail.com, aperez@industrial.uson.mx,

Resumen: En la actualidad el incremento de las ventajas competitivas es el objetivo primordial toda organización. Una manera de lograrlo es a partir de una planeación adecuada para la organización interna de la empresa, para lo cual se debe implantar una dinámica de mejora continua, tanto de procesos como de procedimientos, involucrando a todos los miembros y/o empleados, impactando simultáneamente en una correcta incorporación a la cadena de suministros de aquellos recursos y productos útiles que han pasado pruebas de calidad del tipo “primer producto”. Se presenta una investigación destinada a la mejora continua de un departamento de prueba de nuevos productos en términos de la incorporación de materiales a la cadena de valor de la empresa.

Palabras clave: Mejora de procesos, Cadena de suministros, Inventario, Logística, Cadena de valor.

1 Introducción

Las empresas buscan la optimización de recursos implementando técnicas de mejora continua y uno de sus motivos es que cuentan con un alto costo en desperdicios de materiales. En la empresa donde se realizara el proyecto, existe un alto costo de desperdicios de materiales no utilizados en el área de ingeniería de producto, por pruebas de calidad del tipo “primer producto”, y esto se debe a la planeación no adecuada al diseñar los procedimientos de este proceso, sin tomar en cuenta un objetivo en común como un proceso y no como objetivos por departamentos, lo cual genera una cifra significativa por

Aviña-Olivares MdC, Olea-Miranda JL, Leon-Duarte J, Pérez-Soltero A (2018) Propuesta para la integración de materiales no utilizados a la cadena de valor en una empresa manufacturera. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):300-305

desperdicio al cierre de cada año. Se busca mejorar la organización por procesos, modificando el proceso, para ingresar los materiales que no se están utilizando en la actualidad, a la cadena de valor, para así darle entrada y salida en el inventario de manera correcta, cumpliendo con la calidad y requisitos que el cliente desea.

2 Marco teórico

Capriotti [1] conceptualiza la comunicación interna como idea central de que todos los miembros de la organización sean hagan partícipes, de lo que la organización realiza, así como sus objetivos; incitándolos a colaborar, sugerir o comentar cualquier opinión que sea para beneficio de la organización; en resumen: involucrar a todos los miembros de la organización en la comunicación interna.

Una forma sistemática de examinar todas las actividades que una empresa desempeña y de cómo interactúan entre sí, es el estudio de la cadena de valor por Bono [2]. Con este análisis la empresa se distribuye en sus actividades estratégicas relevantes para comprender el comportamiento de los costos y las fuentes de diferenciación existente y potencial. Una empresa obtiene la ventaja competitiva desempeñando esas actividades de forma más eficiente o económica que sus competidores.

El análisis de la cadena de valor de una organización identifica las principales actividades que a un valor para los clientes y a su vez las actividades de apoyo que se encuentran relacionadas. También permite identificar los distintos costos de una organización a través de las distintas actividades que conforman su proceso productivo, por lo que es un elemento indispensable para determinar la estructura de costos de una compañía [3].

Según Mora, contar con la logística adecuada, se convierte en una ventaja competitiva para las empresas [4], pues de su desarrollo surgen las oportunidades de rentabilidad (optimización de niveles de inventario), de eficiencia (optimización de la red de distribución) y de diferenciación ante el cliente (entregas completas y a tiempo).

Dentro de toda organización es de vital importancia la compra y venta de bienes o servicios; de aquí la importancia del manejo de los inventarios. Cada vez se suman más empresas las cuales se dedican a conseguir un buen sistema de información de control de Inventarios para la cadena de suministro. Por lo tanto, para un control efectivo de los inventarios, es necesario una buena coordinación y una cooperación entre los elementos del sistema (Sánchez López et al. [5]).

Un proceso se considera como la base operativa de gran parte de las organizaciones y gradualmente se van convirtiendo en la base estructural de un número creciente de empresas [6], la importancia de los procesos se fue considerando poco a poco como uno de los medios útiles para transformar la empresa y adaptarse al mercado.

Según R. Copper [7], un proceso puede ser un conglomerado de actividades interrelacionadas, mediante la cual le agrega valor a las entradas y proporciona como salida un producto o servicio. Andriani [8] define los procesos como un conjunto de operaciones conformado por materiales, maquinaria, métodos y personas que agregan valor y buscan transformar la materia prima en un producto terminado y útil para el consumidor.

Un nuevo concepto de estructura organizativa es que toda organización se puede considerar como una red de procesos interrelacionados o interconectados entre sí, como lo plantea A. Mallar [9], a la cual se puede aplicar un modelo de gestión denominado Gestión basada en los Procesos (GBP).

El principal objetivo de las empresas y como técnica principal del estudio del trabajo es reducir la cantidad de trabajo, eliminando movimientos innecesarios, como de personal y material, así como sustituir métodos no adecuados por los adecuados. La medición de trabajo sirve para investigar, reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo; es decir, el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo productivo, por la causa que sea. Para aumentar la productividad de una empresa, existen muchas técnicas con un enfoque sistemático y a través de la reorganización de trabajo (G. Kanawaty [10]).

Para realizar un estudio de trabajo completo, se necesita evaluar ocho etapas/fases fundamentales que nos presenta la Oficina Internacional de Trabajo [10], tal y como se muestran en la figura 1 a continuación:

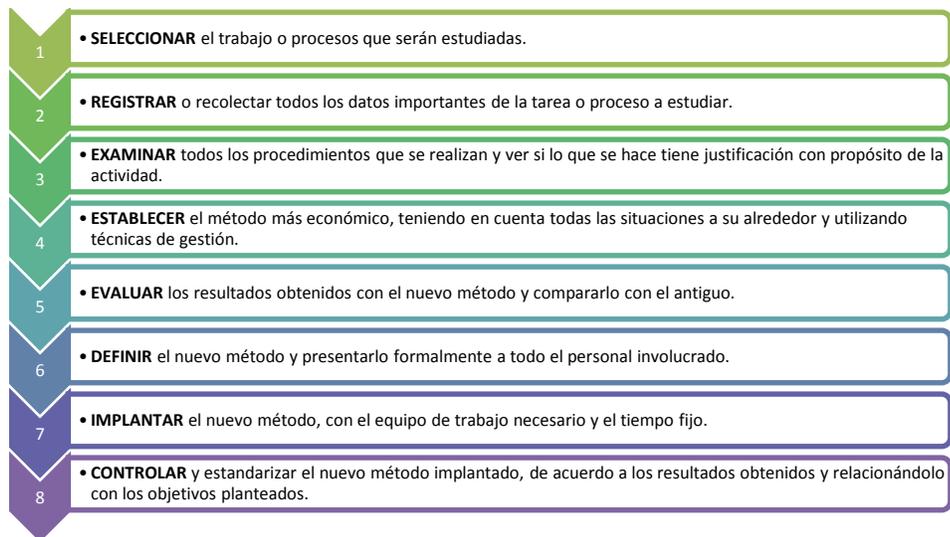


Figura 1. Etapas del estudio del trabajo

3 Descripción del problema.

El proyecto se realizará en una empresa de ensamble manufacturera, en la división Aeroespacial Defensa y Marina, ubicada en Hermosillo, Sonora, la cual se encarga de la transformación de componentes como: conectores tipo rack/panel, conectores con cable, arneses y relevadores.

En los cambios de revisión de componentes, proveedores, nuevos proveedores, herramental, maquinaria incorporada en la empresa o si el componente no se produce en el transcurso de dos años, se requiere una serie de pruebas, las cuales se realizan y se evalúan, cuando se realizan externamente por criterios del ingeniero de producto, solamente este lo evalúa y cuando se realizan en base al plano, se deben de evaluar por los departamentos de Ingeniería de producto, Manufactura, Calidad y Calidad de suministros.

Estas pruebas son conocidas como Inspección de primer artículo (FAI), las cuales requieren una mínima cantidad de componentes a inspeccionar, esta cantidad depende directamente del tipo de familia de producto en el que se encuentre. Cuando se adquieren componentes de forma externa, las normas y políticas de los proveedores, obligan a la empresa a adquirir una cantidad de componentes que usualmente es superior al número de componentes necesarios para realizar los FAI, los cuales son producidos fuera de la producción normal y tienen un costo más elevado de lo normal.

El problema surge cuando los FAI se realizan y se aprueban en relación a los requisitos y estándares de calidad de cada cliente, los componentes adquiridos y que no se utilizaron para dichas pruebas, no son incorporados al almacén, o mejor dicho, a la cadena de valor, además no se cuenta con una localización temporal que permita resguardarlos adecuadamente, para que una vez que se autoricen mediante el alta en producción o en el sistema, puedan pasar al inventario de almacén.

Todo esto ocasiona que el departamento de planeación y compras, no tengan conocimiento de la existencia de los materiales que no se utilizaron y por ello se realicen nuevas compras de materiales, sin tomar en cuenta los componentes que ya se poseen físicamente en sus instalaciones y que no se utilizan, los cuales por no estar presente en el inventario pasan a ser desechados a final de año, debido a que presentan modos de falla/riesgos como son mezcla de componentes, extravíos, contaminaciones/FOD, falta de rastreabilidad (perdida).

La empresa ha estimado que se cuenta con este problema a lo largo de 4 años, las cuales se han presentado pérdidas económicas en componentes sobrantes de pruebas FAI.

4 Propuesta de Solución

Implementar una metodología para la mejora de la organización por procesos, con el propósito de renovar sus procedimientos para que sea permitido incorporar los componentes no utilizados en las pruebas de FAI aprobados a la cadena de valor; Esta incorporación reflejaría una reducción de los costos por desperdicios, la cual aumentaría las vueltas de inventario de dichos componentes en la empresa.

Propuesta para la integración de materiales no utilizados a la cadena de valor en una empresa manufacturera

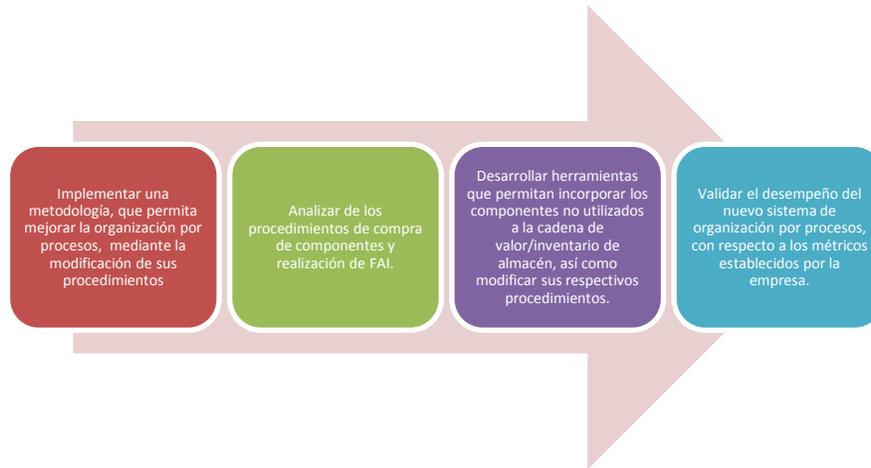


Figura 2. Objetivos específicos a lograr con este proyecto.

En la figura 2, nos explica cuáles son los objetivos específicos que se lograran con el desarrollo de este proyecto, la cual beneficiara a la empresa, con la mejora de su proceso.

5 Resultados y Beneficios Esperados

El proyecto se desarrollará para mejorar la organización por procesos de la empresa, aprovechando al máximo todos sus recursos, dándole valor agregado a la materia prima no utilizada en los FAI, que impacta en los costos, provocando la integración de estos componentes a la cadena de valor, cumpliendo con los estándares de calidad, para resguardarlos temporalmente, con el fin de agregarlos al inventario de almacén, mejorando sus indicadores y reducir los costos por desperdicios, estandarizando los procedimientos de las áreas involucradas en la realización y suministro de materiales para FAI.

6 Conclusiones

Al mejorar la organización por procesos de la empresa, permitirá que todos los miembros involucrados en este proceso, tengan un objetivo en común, haciendo participes a todas las áreas de la empresa.

Colaborando juntos para optimizar los recursos y procesos, se puede obtener un desempeño favorable, reduciendo costos por desperdicios y estandarizando los procedimientos de las áreas involucradas en la realización y suministro de materiales para FAI.

Referencias

1. Capriotti, P., 1998, La Comunicación Interna, Reporte C&D – Capacitación y Desarrollo, 13, pp. 5–7.
2. Bono, E. D. E., 2004, ESTR@TEGIA Magazine, Estrategiamagazine.Com, pp. 1–4.
3. Quintero, J. y Sánchez, J., 2006, La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico, The Value Chain: A Strategic Thought Tool, Telos, 8(3), pp. 377–389.
4. Mora, L., 2008, Gestión logística integral, Bogota, Ecoe Ediciones, Segunda Ed, pp. 1–353.
5. Sánchez López, M., Vargas López, M., Reyes Luna, B.A., Vidal Vásquez, O.L., 2011, Sistema de Información para el Control de Inventarios del Almacén del ITS, Con Ciencia Tecnológica, ISSN-e 1405-5597, No. 41, 2011, págs. 41-46.
6. Zaratiegui, J. R., 1999, 'La gestión por procesos : Su papel e importancia en la empresa'.
7. R. Cooper, 1995, "When Lean Enterprises Collide: Competing through Confrontation". Harvard Business School Press.
8. C. Andriani, R. Biasca y M. Rodríguez, 2003, "Nuevo sistema de gestión para lograr Pymes de clase mundial". México. Editorial. Norma, pp. 62.
9. Mallar, M. Á., 2010, Process management: an effective management approach (Gestión de procesos: un enfoque de gestión eficaz)', Visión de futuro, 13(1), p. 0.
10. Kanawaty, G., 1996, Organización Internacional del Trabajo, Oficina Internacional del Trabajo, Cuarta edición, pp.77

Rediseño del área de almacén para mejorar el flujo de materiales en una empresa comercializadora

¹Luis Felipe Romero-Dessens, ²Mónica Flores-López

¹Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial,
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
Luisfelipe.romero@unison.mx, monyka_56@hotmail.com

Resumen. Tener un buen control de los almacenes e inventarios es vital para la productividad de la organización, en este artículo se presenta información teórica útil para la identificación de las áreas relevantes a tomar en cuenta en un sistema de almacenes, especialmente en una empresa comercializadora. Se detallarán las 4 áreas que lo conforman, las cuales son recepción, almacenaje, preparación de pedidos y envío; para así identificar los puntos críticos y áreas de oportunidad. Además, se mencionan herramientas que ayudan a mejorar la organización y determinar los artículos de mayor rotación o valor para la empresa, según sea el caso. Se expone un caso de investigación, en el cual implementan la clasificación ABC para determinar los artículos de mayor importancia. El objetivo del artículo es especificar la importancia de los almacenes y buscar la manera más eficiente de reacomodar el área de almacén, tomando en cuenta sus necesidades.

Palabras clave: almacén, inventarios, flujo materiales, ABC, rediseño.

1 Introducción

En la actualidad los almacenes son edificaciones claves dentro o fuera de las organizaciones capaces de resguardar o proveer artículos con el fin de agregar valor a la empresa. Tener un buen diseño del área de almacén permitirá mejorar nuestros flujos de materiales logrando cumplir con la cadena de abastecimiento en tiempo y forma.

Romero-Dessens LF, Flores-López M (2018) Rediseño del área de almacén para mejorar el flujo de materiales en una empresa comercializadora. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):306-312

Este proyecto se llevará a cabo en una empresa mexicana, dedicada a la comercialización de artículos a las tiendas de conveniencia OXXO, surtiéndoles aproximadamente 200 artículos diferentes, que van desde juguetes, hasta aparatos tecnológicos; se observará el entorno de la empresa y la problemática que presenta. El almacén ubicado en la ciudad de Hermosillo, Sonora es el encargado de proveer a Nogales, Hermosillo y algunas zonas de ciudad Obregón, cuenta con ocho personas laborando dentro del área de almacén, las cuales se encargan de armar los pedidos de 105 tiendas diariamente. Se tiene como objetivo mejorar la distribución del área de almacén de tal manera que se pueda mejorar el flujo de materiales, con el fin de disminuir costos que se presentan como manos de obra extra, devoluciones y quejas.

2 Marco Teórico.

2.1 Inventarios.

La variedad de materiales que se utilizan en la empresa y que se guardan en sus almacenes a la espera de ser utilizados, vendidos o consumidos [1]. Estos, también pueden ser definidos como una acumulación de materiales en el espacio y en el tiempo, presentándose en prácticamente cualquier organización, en las empresas industriales, comercializadoras y en los grandes distribuidores de alimentos y textiles [2].

2.2 Almacén.

El espacio donde se resguarda los inventarios se le denomina almacén y es muy importante para las compañías la localización del mismo dentro de la empresa [3]. Otra definición según Manene [1] es una unidad de servicio y de soporte para la estructura orgánica y funcional de una empresa; ya sea comercial o industrial, cuyos objetivos a manera de resumen son resguardar, custodiar, controlar y abastecer materiales y productos, generando con ello, valor a la cadena de suministro.

Un buen plan de almacenaje incorpora las necesidades de todas las actividades de logística; el objetivo del almacén es minimizar el costo de trabajo, espacio y equipo. Un buen layout del almacén incrementa el proceso productivo, mejora el manejo de material, reduce costos, mejora el servicio al cliente, así como las condiciones de trabajo [4].

La función de almacenamiento está integrada de ciertas 4 actividades, tales como [5]: Recepción, Almacenamiento, Picking y Envío.

Estos procesos se deben de efectuar buscando hacer un mejor uso del espacio, utilizar eficientemente equipos y mano de obra, facilitar la accesibilidad, proporcionar protección a los materiales y disminuir errores de abastecimiento.

2.3 Manejo de materiales.

El movimiento constante de los productos entre proveedor-almacén-clientes, es el manejo de flujo de materiales, el cual es considerado como una actividad que se requiere en el

proceso y tiene una influencia sobre la capacidad de la organización para cumplir con las metas. Para un número significativo de empresas, la manipulación de material puede representar más de la mitad del costo total de fabricación [6].

2.4 Análisis ABC.

Es un método de categorización de inventario que consiste en la división de los artículos en tres categorías, A, B y C: Los artículos pertenecientes a la categoría A son los más valiosos, mientras que los que pertenecen a la categoría C son los menos valiosos [2].

Una investigación realizada por [7], la cual se llevo a cabo en la empresa El Diamante, dedicada a la comercialización de pisos y azulejos. Se reorganizo el almacén en base al método ABC, se clasificaron los artículos de acuerdo al costo de cada uno y las utilidades que generan al establecimiento. Los resultados fueron favorables, con la organización del almacén se reducen los tiempos de búsqueda de los productos, así como los tiempos de atención al cliente, además de que se tiene un control de existencias dentro del almacén. Como sugerencia se propuso manejar un sistema PEPS (primeras entradas, primeras salidas).

Otro caso parecido fue realizado en el año 2015 [8], en la empresa SAExploration, ubicada en Bogotá, Colombia, la cual se dedica a dar servicios geofísicos y tenía la necesidad de mejorar los procesos de almacenamiento y distribución, por esta razón surge la propuesta de rediseñar el área de almacén, que permita la sintonización ente las diferentes operaciones logísticas que controlan en la bodega. Se diseñó un modelo de distribución para la bodega de SAExploration, basado en el principio de simplicidad, con distribución en “U”, clasificación ABC, designación de áreas específicas bajo estándares normalizados en los principios de eficiencia de almacenaje evitando limitaciones de abastecimiento.

2.5 Diseño de almacenes.

La distribución de los almacenes tiene por objetivo obtener el balance entre los costos de manipuleo y el espacio del almacén. Gestionar y diseñar adecuadamente el espacio de almacenamiento y las operaciones que deben realizarse, repercute directamente en los costos logísticos y en la efectividad del servicio al cliente [9].

Se propuso un modelo de 11 pasos para el rediseño del área de almacén. [10].

3 Descripción del problema a abordar.

Impulsora de Mercados de México (IMMEX), es una empresa dedicada al comercio en las tiendas de conveniencia en México, surtiéndoles aproximadamente 200 artículos diferentes, que van desde aparatos tecnológicos, hasta juguetes.

Actualmente se cuenta con un almacén ubicado en la ciudad de Hermosillo, Sonora, el cual se encarga de proveer alrededor de 105 tiendas diariamente ubicadas en Hermosillo o Nogales. IMMEX cuenta con 8 empleados en el almacén, los cuales se dividen de la siguiente manera: dos encargados de abastos de productos generales; un encargado de almacén; un encargado de telefonía, un encargado de tecnología, un encargado de revistas y devoluciones, un auxiliar de almacén y un encargado de recibo.

Una de las principales problemáticas es el control de inventarios, ya que estos se realizan en una vez al mes, a excepción de ciertos productos que por lo general son los más caros, como los celulares y equipos tecnológicos, los cuales se contabilizan una vez por semana. La empresa tiene un límite de tolerancia a merma del 0.16%, lo que representa alrededor de 3 mil pesos en faltante de inventario. El mes de noviembre de 2017 se tuvo un faltante de cuatro veces más de lo esperado en solo uno de los artículos (revistas), mismos que se le descuentan a los trabajadores de almacén, sin embargo, este problema es recurrente mes con mes.

Otro problema es que en los últimos años, la demanda se ha incrementado un 20% y se han incorporado nuevos productos, los cuales no cuentan con áreas delimitadas; estos artículos se han colocado de manera aleatoria en espacios libres. Se puede observar que el efecto visible de ello es una carencia total en la organización del almacén, primeramente es el tiempo que pierden los almacenistas en encontrar ciertos productos, ya que no conocen su ubicación, lo que provoca atrasos en el surtido de pedidos en contenedores y esto a su vez repercute en el costo de nómina, ya que si no se cumple con el pedido completo se pagan horas extras, hasta que este se termine. (En promedio 40 horas extras al mes; son alrededor de 105 tiendas las que se surten diariamente y cada tienda lleva al menos un contenedor).

Lo anterior ocasiona que las personas trabajen apurados, estresados y en ocasiones fatigados, lo que conlleva a errores de abastecimiento, el cual es uno de los problemas más crítico de los cuales se ha detectado, generando devoluciones por parte del cliente, que van de un 10% - 14% en promedio, ocasionando retrabajos y una pérdida evidente de eficiencia.

4 Propuesta de solución.

Primeramente, utilizar el modelo implementado por Baker y Cannesa (2007) compuesto por 11 pasos, para lograr un eficiente rediseño del área, conjunto a eso se recopiló información relevante del año pasado 2017 y 2018, para poder determinar que artículos tuvieron mayor demanda y de esta manera propone utilizar la clasificación ABC.

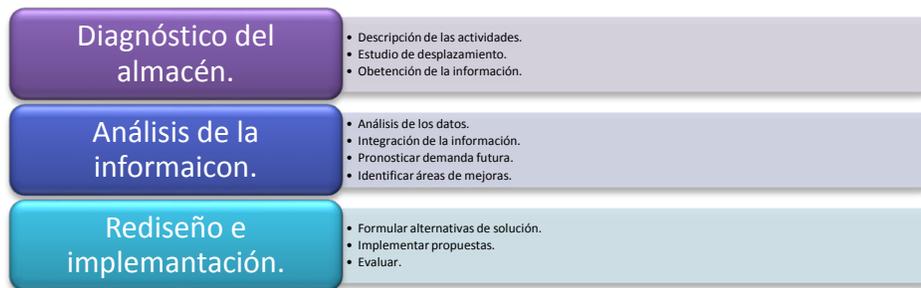


Fig. 1. Procedimiento para lograr eficiente rediseño del área de almacén.

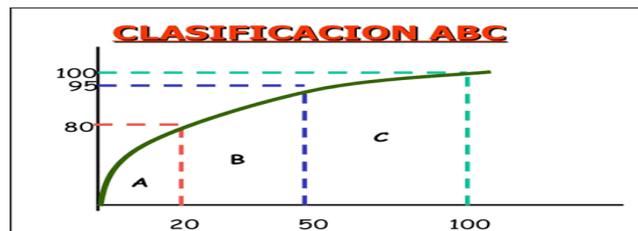


Fig. 2. Propuesta metodológica para mejorar la distribución del área de almacén

Además, de un rediseño del almacén para mejorar el flujo de materiales en las 4 áreas que lo conforman: recepción, almacenamiento, preparación de pedidos y envío.

Aparte para el área de recepción se tiene planeado realizar un estudio profundo de los proveedores, ya que la persona encargada del área tiene que contar artículo por artículo; entonces, haciendo este estudio se sabrá que proveedor cumple y de esta manera no se tendrá que contar toda la mercancía.

5 Resultados y Beneficios Esperados.

En la figura anterior podemos observar que los artículos que generan el 80% de las ventas o ganancia son tan solo el 20% del total, además cumpliendo los pasos se puede determinar una mejor manera de trabajar con los recursos que ya se tienen. Ya que aun nos encontramos en etapa de diagnostico no se puede inferir que tanto impacto tendrá dicha propuesta, lo que se sabe es que en empresas distribuidoras el área de almacén es el centro, entonces de que se cumplan los objetivos en esta área depende la existencia de la empresa.

6 Conclusiones.

Tener una buena gestión de almacén es muy importante para las empresas, ya que se muestra que tan rentable es y más en este caso que se habla de una comercializadora. Dentro de las empresas es de vital importancia tener el control de sus inventarios y almacenes, ya que esto impacta a todos los procesos que estén conectados a ellos.

Con este proyecto se espera que se obtengan algunos beneficios, como tener un mejor control de los inventarios, minimizar los tiempos de recorrido para el picking y acomodo de los artículos, por lo que conlleva a que las devoluciones por los clientes disminuyan, igual que las quejas y las horas extras de mano de obra.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la UNISON por su apoyo económico.

Referencias

1. Manene, L. (2012). Gestión de existencias e inventarios, Actualidad Empresa [en línea] disponible en <http://www.luismiguelmanene.com>
2. Chaves Vega, E.: Administración de Materiales. In Administración de materiales. 2005th ed., p. 224 (2005).
3. Valenzuela, J., Romero L.F.: Análisis y evaluación de las actividades involucradas en las fases de recibo y almacenamiento de un almacén del noroeste de México dedicado a proveer autopartes, en Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora, D.M. Barceló-Valenzuela, Editor UNISON: Hermosillo, Sonora. p. 344 (2012).
4. Nehzati, T., Rashidi-Bajgan, H., Ismail, N.: Development of a decision support system using tabu search algorithm for the warehouse layout problem, Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers, vol. 28, no. 4, pp. 281-97 (2011).
5. Rivera, L., Manotas, D.: How to foresee and measure the real economic impact of a lean manufacturing implementation, Springer International Publishing Switzerland (2013).
6. Green, J. C., Lee, J., Taylor, P.: Managing lean manufacturing in material handling operations, <http://doi.org/10.1080/00207540902791819> (2012).
7. Terrero Ferrer, G., Hernández Bernal, J. R.: Mejora en el área de inventarios en pisos y azulejos “el diamante.” Jóvenes En La Ciencia, 3(1), 253–256 (2017).
8. Gonzalez-Guevara, L.: Diseño de un modelo de almacenamiento y distribución de equipos y materiales en la bodega SAExploration. Atatewide Agricultural Land Use Baseline, 1, 19 (2015).

9. Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G. J., Mantel, R. J., y Zijm, W.H.: "Warehouse design and control: Framework and literature review", *European Journal of Operational Research*, vol. 122, no. 3, pp. 515-533 (2000).
10. Baker, P. y Cannesa, M.: Warehouse design: a structured approach. *European Journal of Operational Research*, vol 193, pp 425-436 (2007).

Propuesta de mesa interactiva para producción de arneses para la industria aeroespacial

José Ulises García Verdugo¹, José Manuel Chávez¹,
Jesús Manuel Tarín Fontes¹, Carlos Alberto Pereyda Pierre¹.

¹Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación,
Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
Ulises.gv@outlook.com, jmch.ith@gmail.com

Resumen: Gran parte de las industrias que se enfocan en el armado de arneses aun cuentan con un sistema poco convencional, ya que realizan la impresión del diseño del arnés en tamaño real para posteriormente ser montado sobre el tablero de trabajo, esto presenta un gran problema cuando se precisa de un cambio en el diseño del plano, ya que es necesario detener la producción y realizar el cambio y todo esto se representa como tiempo muerto, por lo que el propósito de este estudio consiste en mejorar el procedimiento de armado de arneses eléctricos mediante el diseño de una mesa interactiva para agilizar el proceso de armado, reducir el espacio de trabajo requerido, eliminar la necesidad de realizar impresiones de planos en tamaño real de los arneses eléctricos y proporcionar una guía virtual para el operador. La mesa interactiva será integrada por un sistema *video wall*.

Palabras clave: arneses eléctricos, video Wall, mesa interactiva, guía virtual.

1 Introducción

Este artículo trata sobre una propuesta de solución ante la necesidad de mejorar el proceso de armado de arneses eléctricos, debido a que el método más común o tradicional de las industrias de manufactura de arneses consiste en la impresión del diseño en tamaño real y la instalación de estos en tableros de trabajo grandes. Este proceso es algo torpe, ya que ante cualquier cambio en el diseño el tablero debe ser desmantelado por completo, para después montar el nuevo plano del diseño. Otro problema que presenta es la necesidad de contar con equipo especial para la impresión de los planos; y del espacio para almacenar los planos que ya no son utilizados, ya que estos no se pueden simplemente desechar. Con la ayuda de una mesa interactiva sería posible eliminar la necesidad de realizar la impresión

García Verdugo JU, Chávez JM, Tarín Fontes JM, Pereyda Pierre CA (2018) Propuesta de mesa interactiva para producción de arneses para la industria aeroespacial. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):313-321

de los planos, también se podría trabajar directamente con la mesa interactiva para realizar los cambios de diseño y evitar la necesidad de parar la producción. Otra ventaja que se presenta es que la mesa interactiva podría reducir el número de errores de origen humano, ya que la mesa contará con una guía interactiva que ilustrará al operador los pasos o secuencias a seguir para realizar el armado del arnés. El funcionamiento de la mesa interactiva se basará en un sistema *video wall* lo que permite interconectar varias pantallas entre sí y estas a un controlador, en este caso una computadora, desde la cual se controlarán las señales de video de cada pantalla. Haciendo uso del sistema *video wall* se podrá realizar el armado de arneses eléctricos directamente sobre las pantallas las cuales mostrarán el plano del arnés y éstas contarán con la función *touch*. Con todo esto se pretende agilizar los procesos de armado de arneses eléctricos.

2 Marco teórico

2.1 Arnés eléctrico

Un arnés eléctrico es un conjunto de uno a más circuitos, los cuales pueden contener diversos componentes tales como conectores, clips, terminales, etc. Estos mismos tienen la función principal de transmitir corriente a todos los dispositivos eléctricos de algún vehículo [1], en la figura 1, se muestra un ejemplo común de arnés eléctrico.



Figura 1.- Arnés eléctrico

Utilizados para el control de diversos elementos electrónicos del vehículo, como puede ser: luces delanteras, arranque del motor, tren de elevación de vidrios, aire acondicionado, activación de bolsas de aire, sistema de alarma, tablero de control o comando, indicadores como direccionales o luces externas del vehículo, en un automóvil convencional puede llegar a tener un promedio de 10 hasta 30 conjuntos de arneses integrados conectando todos los componentes eléctricos del vehículo [1], [2].

Es importante destacar la importancia de los arneses debido a que, en la actualidad y cada vez más, los vehículos son controlados por medio de sistemas eléctricos y a su vez son monitoreados por medio de sensores u otros componentes eléctricos. Los arneses eléctricos cuentan con las siguientes aplicaciones en diferentes sectores industriales: Automóviles,

camionetas, motocicleta, aviones, barcos, carrocerías, electrodomésticos como neveras, estufas, lavadoras y secadoras; y en uso industrial como en máquinas que requieran distribución eléctrica por cable.

En una de las maneras más comunes para realizar la fabricación de un arnés eléctrico es importante contar con un cierto diseño o plano que ayude al momento de realizar el armado. Dicho plano debe ser en tamaño real. El operador debe colocar este plano sobre un tablero donde realizará el armado, el plano tendrá la función de guía en donde se colocarán los componentes del arnés eléctrico sobre este mismo y a su vez se realizará el armado sobre este.

Algunos de los componentes principales para el armado de arneses son los siguientes: cables para conductividad eléctrica, terminales y sellos de protección para proteger los terminales, conectores, entre otros. Una vez instalados estos componentes, pasan por un proceso de inspección visual y eléctrica para comprobar que el arnés cumple con todas las especificaciones de calidad de acuerdo con el plano de diseño. Posteriormente los cables se cubren con cinta de material adhesivo para la protección del cableado eléctrico ante altas temperaturas. Se reviste con tubos de protección para proteger circuitos o cables contra humedad, calor, polvo u otro factor que pueda dañar el circuito o los cables de este. De ser requerido se coloca una capa de espuma para la eliminación de ruidos y protección contra golpes [2], [3].

Hoy en día, existen otros métodos para el armado de arneses eléctricos, actualmente se emplea el uso de pantallas *touch* muy grandes o de proyectores para facilitar el proceso. Sin embargo, no son métodos comunes debido a la falta de recursos necesarios y al poco avance tecnológico que ha tenido la manufactura de arneses eléctricos en cuanto armado se refiere. Los arneses más destacados se encuentran en los motores, en los paneles de instrumentos, también se encuentran en los paneles de las puertas, los asientos y los diversos sistemas de iluminación y debido a los procesos finales tan complejos de armado de arneses resultan prácticamente imposibles de automatizarlos por completo, es decir que se requiere de la intervención humana [4].

2.2 Alternativas reportadas

Actualmente el armado de arneses se realiza en su mayoría por el medio tradicional, es decir, se realiza el diseño del arnés eléctrico a una escala real, dicho diseño es impreso en hojas o lonas de gran tamaño, posteriormente pasa a ser colocado sobre un tablero de trabajo, una vez que se monta la hoja o lona sobre el tablero se asegura a esta misma con algún agente adhesivo, y sobre este plano se realiza el armado del arnés eléctrico, guiándose por el diseño del plano y las notas técnicas que este mismo tiene, como último paso se realizan pruebas técnicas de funcionamiento para comprobar que el arnés corresponde a las especificaciones [2], [3].

Sin embargo, no es el único medio para realizar el armado de arneses eléctricos, se han desarrollado diversos dispositivos para facilitar la operación de armado, algunos ejemplos son los siguientes:

Para la fabricación en masa de arneses eléctricos se desarrolló un sistema automatizado por medio de prensas: un sistema interno de corte de cableado eléctrico; dicho sistema está montado de tal manera que realiza los cortes del cableado de la longitud deseada utilizando también una serie de canales que realizan la función de moldeado para darle forma al arnés. Haciendo uso de prensas y pistones, se colocan ciertos componentes al arnés, así mismo estos ayudan a darle forma al arnés [9], no obstante, este método solo es viable para ciertos tipos de arneses donde no sufren cambios de diseños. De presentarse el caso en que el diseño del arnés cambie, se deben realizar cambios físicos en el sistema mecánico para que corresponda a las nuevas especificaciones, lo cual puede llegar a ser más tarde comparado con el método tradicional.

Ciertos tipos de robots son utilizados para ayudar a realizar el armado de arneses eléctricos utilizando cableado previamente cortado a la medida, como herramientas o dispositivos que facilitan al operador del robot trabajar con los componentes del arnés eléctrico. El objetivo del robot es seguir una secuencia de pasos o comandos programados para realizar el armado del arnés, y así mismo debe de ser reprogramable para poder adaptarse a los cambios de diseño. Utilizando algún microprocesador o computadora, las especificaciones para el arnés eléctrico pueden ser ingresados de manera manual al sistema del robot, gracias al uso del robot se podría decir que el armado de arneses eléctricos es un poco más armónico, de ser programado correctamente se minimizan los errores de armado y aumenta la tasa de éxito en pruebas técnicas [5].

Una placa/tabla transparente es colocada sobre una pantalla LCD o de plasmas (con luminosidad alta), lo que se muestra en la pantalla es el plano/diseño a seguir del arnés eléctrico, dicha pantalla recibe esta imagen de un ordenador. La placa/tabla transparente cuenta con una serie de orificios que permiten el montaje de las clavijas, se colocan conforme al plano/diseño que se refleja en pantalla. Por lo general se utiliza este método para producción de pocos arneses, no en masa, y para arneses de tamaño compacto y en algunos sistemas cuentan con sensores ópticos que ayudan al operador a verificar que se siga correctamente el diseño del arnés [6].

Este método implica el armado del arnés eléctrico en la cara frontal de una placa transparente o semitransparente, utilizando la luz ya sea de una lámpara o un proyector que se coloca en la parte posterior de la placa transparente para así utilizar la luz para iluminar la placa y poder ver el camino a seguir para realizar el armado del arnés, método generalmente utilizado para arneses de tamaño pequeño, debido al espacio requerido para realizar la proyección [7].

El método siguiente surgió como un método de entrenamiento para el personal, sin embargo, se observó que era bastante práctico ya que no se requería que el operador tuviera conocimientos previos de armado de arneses. Gracias a que el sistema cuenta con un ordenador donde se puede observar el plano completo y este ordenador está conectado a una tabla de trabajo que realiza la función de pantalla externa donde se desplegaba el plano en mayor tamaño (tamaño real). Esta pantalla muestra paso a paso las instrucciones a seguir

y el armado se realiza sobre una placa transparente que se encuentra protegiendo a la pantalla, esta placa se encuentra perforada permitiendo al operador colocar varillas que ayudaran a formar una guía o camino para el cableado, mientras tanto en la pantalla se muestra el lugar exacto donde realizar el ensamble y el camino que debe recorrer el arnés eléctrico [8].

El siguiente método alternativo emplea el uso de un proyector que se encuentra conectado a una distancia considerable, este método permite realizar armado de arneses de pequeños tamaños y tamaños medianos. El proyector se coloca frente a una tabla de trabajo que ya está perforada para realizar el montaje mediante clavijas que se ensamblan sobre la tabla, por encima de la tabla perforada se coloca una hoja grande de papel blanco, donde se ve la proyección del diseño del arnés. El dispositivo cuenta con capacidad de realizar pruebas eléctricas en el arnés en tiempo real, ahorrando tiempo en pruebas y armado de arneses eléctrico [9].

El método más completo en cuestiones de pruebas y en calidad, se encuentra el trabajo desarrollado por la empresa *Laselec* [3], dicha empresa desarrolló un sistema inteligente para armado de arneses eléctricos, dicho sistema cuenta con una pantalla *touch*, la cual muestra el plano/diseño del arnés a seguir, dicha pantalla muestra las características técnicas y notas de los técnicos, muestra paso a paso como realizar la instalación por lo que no se requiere de experiencia en el campo.

3 Descripción del problema a solucionar

Debido a que el método más común o tradicional de las industrias de manufactura de arneses consiste en la impresión del diseño en tamaño real y la instalación de estos en tableros de trabajo grandes se requiere de equipo especial para realizar la impresión de los documentos. Además del gran espacio requerido es importante mantener todos los documentos almacenados lo que se traduce en más espacio, así mismo el sistema resulta ser torpe, puesto que al realizar alguna modificación en el diseño del arnés eléctrico por más mínimo que sea este debe ser cambiado físicamente en el tablero de trabajo para el armado del arnés, provocando pérdida de tiempo y entorpecimiento en la producción. La necesidad de un sistema más ágil, más compacto y con capacidades de almacenamiento de información virtual se vuelve vital.

4 Objetivo

Desarrollar un prototipo para una mesa interactiva, la cual funcionara en base a un sistema *video wall* para el control de señal de video, dicha mesa contara con 2 pantallas *touch*, sobre las cuales se realiza el proceso de armado de arneses eléctricos, así mismo desarrollar un ambiente grafico que demuestre la secuencia de armado del arnés eléctrico, con la finalidad de asistir al operador durante el proceso de armado.

5 Propuesta de solución

La propuesta consiste en el desarrollo de una mesa interactiva para el armado de arneses con el fin de agilizar los procesos de armado de arneses, proporcionar una guía virtual interactiva para el operador para reducir tiempo muerto y tiempo de producción, así como mantener un área de trabajo más limpia y compacta.

El desarrollo de la mesa interactiva se limita a tener 2 pantallas que mostraran la señal de video proveniente de un mismo controlador con el fin de expandir la imagen o señal de video que el controlador este mandando. Así mismo, se pretende que ambas pantallas cuenten con la función *touch*, estas pantallas se conectaran borde a borde para contar un área amplia de trabajo, en la figura 2 se muestra un diagrama de bloques que corresponde al sistema de la mesa interactiva.



Figura 2.- Diagrama de bloques del sistema

Con la implementación de un sistema *video wall* se es posible trabajar con un gran número de pantallas o monitores simultáneamente. Este tipo de sistema también nos permite tener control sobre las señales de video que tendrán cada pantalla. Esto último nos da la capacidad de acoplar dos o más pantallas y tener una perspectiva más amplia de la señal de video que se mostrará, así como se muestra en la figura 3.



Figura 3.- Ejemplo de sistema de múltiples pantallas con función video Wall.

Se pretende realizar un prototipo que cuente con la función *video wall*. Para lograrlo se requiere de un controlador con ciertas características, en este caso el controlador será una computadora, la computadora debe contar con una tarjeta gráfica lo suficientemente fuerte para soportar varias pantallas simultáneamente, así como se requiere de un procesador rápido. Existen tarjetas gráficas que permiten la configuración de un sistema *video wall* directamente desde la misma computadora sin la necesidad de otro componente externo.

6 Resultados

En la figura 4 se muestra los avances de la integración del prototipo el cual se desarrolló con los siguientes componentes: Procesador: Intel® Core™ i5-7400 CPU @ 3.00GHZ 3.00GHZ, memoria instalada (RAM): 8.00 GB, sistema operativo de 64 bits, procesador x64, 2 pantallas marca Asus (con funcionalidad táctil), tarjeta gráfica GEFORCE GTX 1060, fuente de poder marca GIGABYTE P8500, divisor de salida de video 1*4 marca *StarTech*, etc.



Figura 4.- Avance de armado de prototipo.

El prototipo cuenta con la función *video wall* lo que nos permite ver la misma señal de video o bien señales diferentes de cada pantalla. La configuración se realizó de manera directa con la tarjeta gráfica utilizada, el prototipo permite controlar la imagen que se muestra en cada pantalla permitiendo mostrar la misma señal de video o señales completamente diferentes. Las pantallas cuentan con función *touch*, las pantallas utilizadas cuentan con la capacidad de detectar 10 puntos simultaneas en cada pantalla, como las pantallas están comunicadas a la misma computadora, esta las detecta e identifica de que pantalla provienen las señales de puntos a la que se le someta.

7 Conclusiones

Se ha logrado avanzar en el desarrollo del proyecto al punto de tener un prototipo con dos pantallas *touch* con función *video wall*. No obstante, aún es necesario realizar más pruebas al prototipo, realizar la programación de la guía virtual y claramente realizar pruebas de armado de un arnés eléctrico con la ayuda de la mesa interactiva. Todos estos son puntos esenciales para el desarrollo del proyecto, se espera que la mesa interactiva sea de gran ayuda para el armado de arneses eléctricos y así agilizar procesos y proporcionar una guía virtual clara y precisa, que acompañe e instruya al operador en todo momento.

Referencias

1. Yazaki Ciemel: Arneses Eléctricos, <http://www.yazaki.com.co/productosycsa.htm>.
2. Luis Alberto Arce Vera: Diseño de un plan maestro de producción para una planta manufacturera de arneses eléctricos, (2016).

3. Stephane Rougier Michel Viault: Wiring harness production mounting, (2016).
4. Elena, M., Horacio, J.: Metodología aplicada para la determinación de niveles de automatización en manufactura de arneses Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. Rev. Apl. la Ing. 4, 41–51 (2017).
5. Joseph T. Bloch; Dan A. Cross, B., of Seattle, W.: Robotic wire harness assembly system, (1987).
6. Greg A. MacLean, Westwood, N. (US);, Michael J. Spellman, Westwood, N., (US): Digital wire harness assembly system, (2015).
7. Martin Einert: Method for producing wiring harness to form board, involves displaying a routing path of cable with optical variable character used as identifier on transparent or semi-transparent form board, (2013).
8. Alibozek Timothy, Patrick Davidshofer: Wire harness guided assembly and method for use thereof, (2003).
9. ProjectionWorks: Cable Assembly Visualized, <https://projectionworks.com/products/harness/>.

Propuesta de Metodología de Prototipado Virtual en el Diseño y Manufactura de Moldes para Inyección de Plásticos

José Luis Martínez-Montaña**, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Gilberto Orrantia-Daniel.

1. Tecnológico Nacional de México/I. T, Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Av. Tecnológico S/N, Col. Sahuaro CP.83170, Hermosillo, Sonora, México.
 2. `ing.joseluismartinez@gmail.com`,
 3. `ulisesriv@yahoo.com.mx`,
- `German.ruizdominguez@gmail.com`, `orrantiadaniel@gmail.com`

Resumen. En el estado de Sonora, están establecidas plantas manufactureras que trabajan moldeo por inyección de plásticos. Debido al desconocimiento en el diseño y manufactura de moldes de inyección, actualmente las plantas importan los moldes mayormente de Asia. Esta investigación propone una “Metodología de Prototipado Virtual en el Diseño y Manufactura de Moldes de Inyección de Plásticos”. Con el uso de Solidworks Plastics®, se obtienen datos de la simulación del proceso, a diferentes configuraciones y parámetros, estos resultados a través de varios Diseños de Experimentos Robustos darán como resultado la óptima configuración del diseño del molde. Con el uso de CATIAV5® se diseñara el molde, los planos de fabricación, la manufactura asistida por computadora, los tiempos y costos de producción. Esta metodología propone a la industria manufacturera local, diseñar y manufacturar sus propios moldes de inyección, hacer eficiente la reparación de moldes y dar una alternativa a la reutilización.

Palabras clave: Moldeo por inyección, Metodología, Plásticos, Diseño, Manufactura de Moldes.

1 Introducción

En una investigación hecha por “Plastics Europe Market Research Group” publicada en 2017, se estimó que en el año 2016 en el mundo se produjeron 335 millones de toneladas de productos plásticos y 322 millones de toneladas en el año 2015, y que solo en Europa en el año 2016 fueron 60 millones de toneladas; en estos datos se incluyen termoplásticos y poliuretanos, termoestables, adhesivos, revestimientos y selladores. Además se encontró que Asia produjo el 50% del total, siendo China el mayor productor con 29%, Japón 4% y el resto de Asia con 17%. Europa contribuyó con el 19% y Nafta (Estados Unidos, México, Canadá) con el 18%. Y de esa producción el 32% del plástico se procesa mediante moldeo por inyección, siendo el diseño del molde un aspecto muy crítico a considerar para lograr éxito en el proceso [1]. En el proceso de inyección, los análisis de llenado, enfriamiento, contracción y deformación a través de la simulación, proporcionan respuestas que anteriormente solo estaban disponibles a través de ensayos de moldeo reales. Un estudio de simulación del proceso de inyección bien diseñado proporcionará información sobre la ubicación de las líneas de soldadura y las posibles debilidades de la parte, posibles trampas de gas, deformación parcial o niveles de tensión interna [2]. El moldeo por inyección es una de las técnicas y metodologías para crear productos de varias formas complejas con una estructura más detallada, las técnicas involucran varios parámetros que deben verificarse para obtener resultados efectivos; Esto debe hacerse en la etapa de diseño en sí [3]. El diseño es una actividad crucial, se ha estimado que hasta un 80% del costo del desarrollo y la fabricación de un producto es determinado por las decisiones tomadas en las etapas iniciales de diseño [4].

2 Marco Teórico

La palabra plástico procede del griego “plastikos”, que significa “capaz de ser moldeado y formado”. Los plásticos se pueden formar, maquinar, fundir y unir en diversas formas con relativa facilidad. Los polímeros son moléculas de cadena larga que se forman por polimerización (esto es, mediante el enlace de diferentes monómeros). Un monómero es el elemento básico de un polímero. La palabra mero (del griego meros, que significa “parte”) indica la unidad repetitiva más pequeña; El término polímero significa “muchos meros” (o unidades), por lo general repetidos, cientos o miles de veces en una estructura similar a una cadena. La mayoría de los monómeros son materiales orgánicos en los que los átomos de carbono se unen mediante enlaces covalentes (compartiendo electrones) con otros átomos (como hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, flúor, cloro, silicio y azufre). El proceso de transformación de monómero a una molécula de polímero se conoce como polimerización. Debido a su gran tamaño molecular, los polímeros poseen propiedades químicas y físicas únicas [5]. El moldeo por inyección es uno de los procesos tecnológicos más utilizados en la transformación de polímeros termoplásticos. El proceso comienza con la inyección de una cantidad precisa de material termoplástico fundido dentro de las cavidades del molde.

Luego, el plástico comienza a solidificarse, disminuyendo su volumen y encogiéndose en los núcleos de las cavidades; esta pérdida de volumen se compensa inyectando una pequeña cantidad extra de masa fundida dentro de las cavidades y aplicando una presión de retención que evita el reflujo del material termoplástico. El alto nivel de rendimiento que se requiere hoy en día del molde, depende del tiempo del ciclo completo de inyección el cual debe reducirse al mínimo. Esto se logra enfriando la pieza por medio de los canales de enfriamiento a través de los cuales circula un fluido, acelerando así la solidificación. Cuando la pieza llega a tener suficiente rigidez para ser expulsada del molde, el sistema de eyección extrae la pieza de la cavidad a la que se ha adherido, a través de un sistema mecánico que la libera. Después de terminar la fase de eyección, el molde se cierra nuevamente y comienza el siguiente ciclo [6].

3 Planteamiento del Problema

No se tiene en la región un proveedor especialista en diseño y manufactura de moldes de inyección de plástico. No se tiene en la región un programa educativo a nivel superior en moldeo por inyección de plástico. Las empresas tienen pérdida de producción debido a reparaciones ineficientes de moldes, altos tiempos en la reparación de moldes, debido al desconocimiento del tema; disminución en la vida útil del molde por variaciones en los parámetros del proceso de inyección. Con esta metodología se puede aumentar la vida útil del molde al conocer los parámetros óptimos del proceso, haciendo que el molde trabaje dentro del rango para lo cual fue diseñado. Aplicando esta metodología se puede desarrollar la manufactura del molde en taller, así reducir tiempos y costos generados por diseño, fabricación y envío.

4 Desarrollo de la Metodología

Este estudio consiste en desarrollar un prototipo virtual de un molde de inyección de plástico, siguiendo una metodología propuesta en el diseño y manufactura de moldes. El producto se diseñó con Solidworks® Premium. Para seguir la metodología se eligió un molde de dos platos de una única cavidad, de un material de acero P-20. Para probar la metodología propuesta, se analizará primero que factores serán significativos para obtener un producto de calidad con mínimos valores en: torsiones, contracciones, rechupes, y esfuerzo de cizallamiento, además, el mejor diseño del molde debe contar con el mejor tiempo de refrigeración. El tiempo de refrigeración podría ser controlado por la configuración de las líneas de enfriamiento, el diámetro de dichas líneas, el flujo del refrigerante, el tipo de refrigerante; si podemos comprobar que estos factores no afectan significativamente a la calidad del producto, podemos basar nuestro prototipo en el diseño del sistema de enfriamiento. La metodología propuesta para el diseño de experimentos es un diseño robusto de Taguchi. Los diseños de Taguchi reconocen que no todos los factores que causan variabilidad pueden ser controlados. Estos factores que no se pueden controlar

se denominan factores de ruido [7]. A través de un diseño de Taguchi se determinara la configuración óptima de los factores de control para que el proceso sea robusto o resistente ante la variación causada por los factores de ruido, y obtener así la mejor configuración del prototipo del molde. El enfriamiento es la fase del ciclo que dura mayor tiempo, independientemente del número de cavidades de un molde, esta fase oscila entre el 60 y 65 % del consumo energético total [8]. Los seis factores principales y sus niveles elegidos serán: Punto de Inyección A (3mm-6mm), Temperatura del Material B (240°C-270°C), Temperatura del Molde C (38°C-65°C), Configuración Sistema de Enfriamiento D (A-B), Diámetro de las Líneas de Enfriamiento E (10mm-15mm), Flujo de Refrigerante F (150cm³-200cm³). El material del producto moldeado es Bayer® ABS+PA Triax® 1120.

Tabla 1. Propiedades Polímero Bayer® ABS+PA TRIAX® 1120 Fuente: Solidworks Plastics®

Material	ABS+PA
Temperatura de Transición Vitrea (°C)	176
Calor específico erg/(g·°C)	2.2x10 ⁷
Temperatura de eyección (°C)	87
Temperatura principal de fusión (°C)	272
Temperatura del molde (°C)	78
Conductividad térmica erg/(sec-cm·°K)	2.20x10 ⁴
Módulo de Young (dyne/cm ²)	1.9x10 ¹⁰
Relación de Poisson	0.395

4.1 Dimensiones del Producto

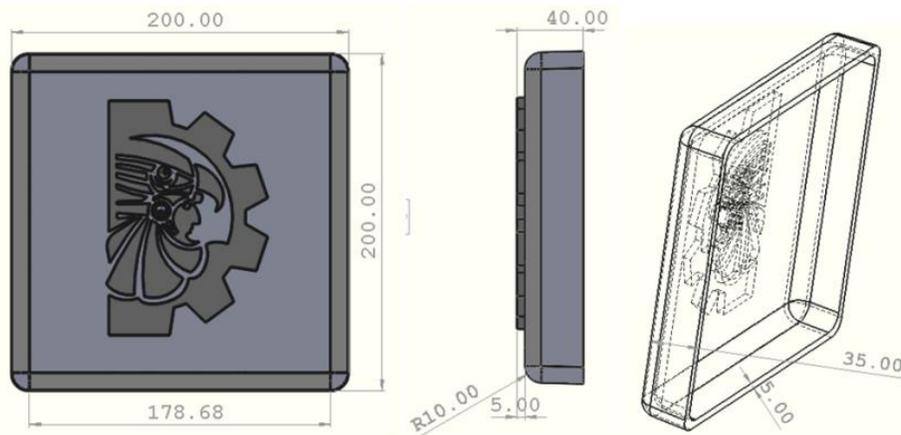


Figura 1. Dimensiones del producto en vista frontal, lateral y proyectada (elaboración propia)

5 Resultados

Una vez obtenida la mejor configuración resultado del diseño robusto Taguchi, la fabricación del prototipo virtual del molde y su análisis seguirá la siguiente metodología propuesta, descrita mejor en el diagrama de flujo de la Figura 2.

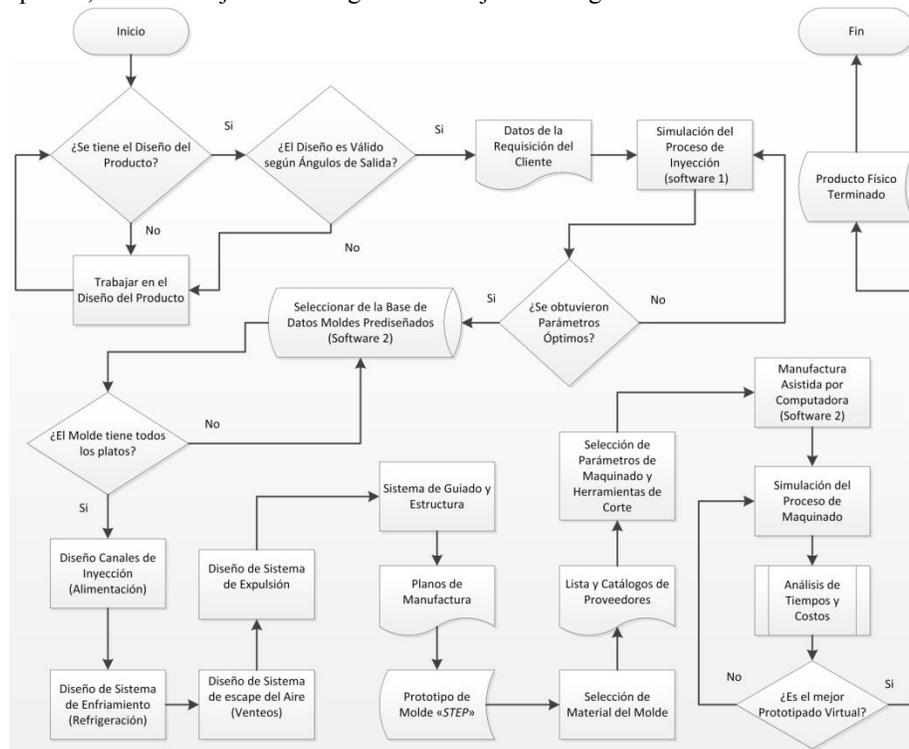


Figura 2. Metodología propuesta para el Diseño y Manufactura de Moldes de Inyección (elaboración propia)

6 Conclusiones

Validaremos cuales factores afectan significativamente la contracción del producto, cual es la significancia estadística de los factores con respecto a la fuerza de cierre, las torsiones, el tiempo de llenado y el tiempo de sostenimiento, elegiremos que configuración del sistema de enfriamiento, diámetro de las líneas de enfriamiento, flujo de refrigerante tienen significancia estadística en el tiempo de enfriamiento. Por último teniendo los mejores

niveles de los factores desarrollaremos el prototipo del molde virtual y sus planos de fabricación según metodología propuesta en resultados.

Referencias

1. Plastics Europe Market Research Group: Plastics Recycling Consumer Insight Research. <https://www.plasticseurope.org/en>.
2. Malloy, R.A.: Plastic Part Design for Injection Molding. Hanser Publications, Cincinnati (2010)
3. Tony, B.J., Karthikeyan, S., Alex, B.J.: Injection Mold Design Parameters Calculation Using Pro/Plastic Advisor for Spur Gear. *Materials Today: Proceedings*. 4, 11118-11125 (2017)
4. Kalpakjian, S., Schmid S. R.: *Manufactura, Ingeniería y Tecnología*. Pearson Educación, México (2008)
5. Chanda, M., Roy, S.: *Plastics Technology Handbook*. Taylor & Francis Group, LLC. 4-79 (2006)
6. Mercado-Colmenero, J. M., Rubio-Paramio, M. A., Vizán-Idoipe A., Martín-Doñate, C.: A New Procedure for the Automated Design of Ejection Systems in Injection Molds. 46, 68-85 (2016)
7. Krishnaiah, K., Shahabudeen, P.: *Applied Design of Experiments and Taguchi Methods*, PHI Learning Private Limited, New Delhi (2012)
8. Matarrese, P., Fontana, A., Sorlini, M., et al.: Estimating energy consumption of injection moulding for environmental-driven mould design. *Journal of Cleaner Production*. 168, 1505-1512 (2017)

Diseño de un Sistema de Medición y Control de la Productividad

Jorge Edgar Félix-Félix⁶, Gilberto Orrantia-Daniel¹,
Germán Alonso Ruíz-Domínguez¹, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde¹, Jaime Sánchez-
Leal²

¹Tecnológico Nacional de México/I. T. Hermosillo, División de Estudios de Posgrado e
Investigación,
Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
jorgefelixfelix@hotmail.com, gi_arrantia@ith.mx,
gruiz@ith.mx, ro_rivera@ith.mx

²Tecnológico Nacional de México/I. T. Ciudad Juárez, División de Estudios de Posgrado e
Investigación,
Av. Tecnológico #1340, Col. El Crucero, CP. 32500, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.
jsanchez@itcj.edu.mx

Resumen. La velocidad global del cambio dentro de la industria manufacturera obliga a las empresas a mejorar constantemente el rendimiento de la producción (Andersson & Bellgran, 2015). Por lo que es fundamental medir la producción para gestionar e impulsar mejoras de la producción. Este documento mostrara un sistema semiautomático para medir la productividad basada en el OEE, así como un procedimiento de reacción ante una baja de las metas propuestas, con el fin de reducir los tiempos de respuesta. Esta mezcla tiene como objetivo medir, mejorar y controlar la producción.

Palabras clave: Eficiencia, Calidad, Productividad, SPC, OEE.

1 Introducción

Como consecuencia de la globalización, la industria manufacturera sufre fuertes presiones para aumentar su competitividad, para lograrlo las empresas manufactureras deben diseñar sistemas de producción robustos y flexibles que brinden la mejor calidad posible.

Debido a la demanda de los clientes, la disminución de los precios en los productos y el incremento de las competencias, las empresas manufactureras se ven forzadas a mejorar continuamente el rendimiento en sus sistemas de producción. El sistema de producción necesita ser diseñado y operado de una manera flexible, para que los objetivos de desempeño determinados siempre se cumplan. De lo contrario el espacio entre los requisitos del mercado y el rendimiento de la producción de cualquier empresa de fabricación dará como resultado una pérdida de competitividad y por lo tanto una pérdida de rentabilidad.

Sin embargo los requisitos de sostenibilidad aun no se consideran tan importantes como los objetivos clásicos de desempeño. El concepto producción ajustada y Lean se han implementado en todo el mundo para hacer frente a muchos de los desafíos que implica la gestión de un negocio de fabricación competitivo. El concepto Lean podría considerarse la mejor manera de crear oportunidades para desarrollar sistemas de fabricación eficientes. Por otra parte existen conceptos para mejorar la producción, como lo es el mantenimiento productivo total (TPM) fundada por Nakajima. Según Ahuja “TPM es una metodología de mejora impulsada por la producción que está diseñada para optimizar la confiabilidad de los equipos y garantizar una administración eficiente de los activos de la planta mediante el uso de la participación de los empleados, vinculando la fabricación, el mantenimiento y la ingeniería”. Según Nakajima, *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* es una medida importante dentro del TPM. La medida OEE es utilizada tradicionalmente por los profesionales como una medida operacional para monitorear el rendimiento de la producción, pero también puede usarse como un indicador de las actividades de mejora del proceso en un contexto de producción.

En este documento desarrollamos una aplicación que medirá calidad, eficiencia y disponibilidad de una línea de producción, con el fin de informar el estatus en tiempo real mediante una grafica SPC, misma que será evaluado según las metas de la propia empresa, la cuales estarán siendo evaluadas en tiempo real y en caso de una pérdida, un equipo asignado para la solución de problemas responderá, siguiendo un procedimiento para la solución de problemas basados en la información que brindara dicha aplicación, con el fin de disminuir el tiempo de respuesta.

2 Marco Teórico

De Mast & Lokkerbol, (2012) Realizo un análisis del método *Six Sigma* DMAIC desde la perspectiva de la resolución de problemas. Para realizar este análisis lo comparo con otros métodos para la solución de problemas, por lo tanto, concluyo que la metodología DMAIC es una plantilla muy eficiente para la resolución de problemas siempre y cuando se le

realicen adaptaciones específicas para el problema que se debe analizar, ya que por sí solo tiene limitaciones por ser un método muy general.

Azizi, (2015) Está enfocado a mejorar el desempeño de producción, ya que la alta productividad está directamente relacionada con la eficiencia y los procesos de control. Es por esta razón que realizó una evaluación de los desempeños de producción usando DMAIC, SPC, OEE y AM. Con OEE mide la eficiencia, DMAIC es usado para el análisis y mejora de la eficiencia, SPC es usado para evaluar el desempeño de la calidad y las variaciones del proceso de manufactura y AM para mejorar la eficiencia del equipo utilizado en la producción. En conclusión determino el hombre y las maquinas son los principales contribuyentes a la eficiencia de producción, por lo tanto la aplicación del AM fue un éxito ya que incremento considerablemente la eficiencia.

Singh, Shah, Gohil, & Shah, (2013). Desarrollo un sistema automático capaz de monitorear el OEE. Para poder almacenar los datos se diseño un tablero con el cual el operador indicaba cuando empezó a trabajar, cuantas piezas produjo, cuantos defectos tuvo, tiempos caídos y cuando termino de trabajar, esta información es analizada con un software diseñado en Visual Basic, donde se realizan los cálculos de OEE. Este dispositivo ahorro tiempo de captura de información, cálculos y gráficos.

3 Planteamiento del Problema.

3.1 Antecedentes.

La maquiladora ATS (*Applied Technical Services*) ubicada en el parque Labor, en Hermosillo Sonora, está dedicada a la manufactura de tarjetas electrónicas y ensamblaje de producto final. Esta compañía tiene realizando operaciones en México desde 2004. Actualmente ATS cuenta con dos maquiladoras, una en Seattle, Washington USA y otra en Hermosillo Sonora, México. ATS manufactura tarjetas electrónicas para:

- Maquinas de ejercicio marca PRECOR.
- Cortadoras Laser marca SYNRAD.
- Lámparas de alumbrado público marca EVLUMA.
- Amplificadores de sonido marca CROWN.
- Iluminación de interiores para vehículo marca Saint Clair.

Por otra parte realiza ensamblajes de producto final para PRECOR, los cuales consisten en consolas con pantallas integradas para controlar las máquinas de ejercicio. Actualmente se fabrican 3 consolas P30, P62 y P82 (ver figura 1). En esta ocasión se analizara el producto final P82. El 90% de este producto es fabricado en la planta ATS Hermosillo.



Figura 1. Consolas de PRECOR.

3.2 Justificación del Tema de Investigación.

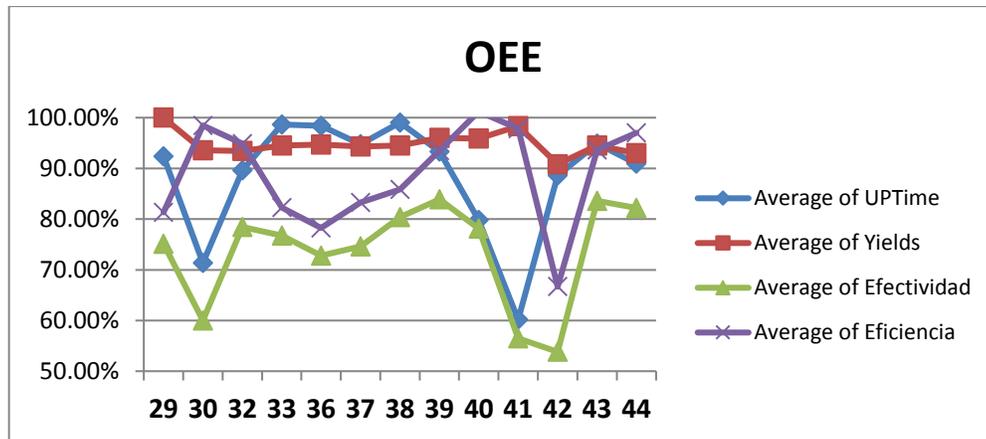
La pérdida de tiempo, energía, dinero y el exceso de personal son problemas comunes que enfrenta cualquier empresa de fabricación (Singh, Shah, Gohil, & Shah, 2013). Una de las pérdidas más grandes que sufre una empresa son los tiempos muertos de producción ocasionados por calidad y materiales, ya que generan tiempos de labor extraordinarios y retrasos en las entregas del producto final. Por lo tanto, es necesario determinar los factores que influyen en la efectividad de una línea de producción, con el fin de diseñar un sistema capaz de medir y controlar dichos factores.

3.3 Planteamiento del problema.

Para tener una línea de producción efectiva se tiene que considerar todos los factores que crean valor al producto y los que influyen en el, desde el diseño del producto hasta la planificación de la producción. Existen tres métricos que permiten identificar el área que está generando un coste extra al producto (*Yields* de calidad, eficiencia y tiempo activo. Estos métricos se ven afectados por: Consumo energético, utilización de material, personal, tiempos de parada y producción de piezas no aptas (Singh et al., 2013).

Actualmente la línea de P82 solo presenta un métrico sobre calidad, el cual se encuentra bajo, en promedio 94% mientras la meta es el 98%, es decir, 5 defectos por 100 unidades producidas. Sin embargo para hacer una línea efectiva no solo es necesario mejorar la calidad, si no también, se debe controlar el tiempo activo y la eficiencia de la línea de producción. En este caso en particular, primeramente se debe realizar un métrico para el tiempo activo y otro para la eficiencia, con el fin de poder calcular la efectividad de una línea de producción.

Una vez obtenidos los métricos faltantes se calculo la efectividad de la línea, la cual fue del 49%. En la grafica 1 podemos observar que el tiempo muerto y eficiencia son los principales factores que afectan la efectividad.



Grafica 1. Efectividad de la línea P82.

4 Desarrollo de la solución.

Con el fin de mejorar la producción de una línea de producción se proponen los siguientes objetivos:

4.1 Objetivo General.

Medir y mejorar la efectividad en una línea de producción.

4.2 Objetivos Particulares.

- Diseñar un sistema capaz de recolectar, calcular, almacenar y graficar los datos de OEE.
- Elaborar un procedimiento para la solución de problemas, en base al sistema diseñado.
- Elaborar un sistema andón capaz de notificar en tiempo real los problemas ocurridos en una línea de producción.

4.3 Metas y Alcances.

Mediante la implementación de un sistema visual para el cálculo del OEE y la elaboración de un procedimiento para la solución de problemas basado en los resultados del sistema visual, se incrementara la efectividad de una línea de producción, lo que implica reducción de tiempos que no le agregan valor a la unidad (Reparaciones), tiempos muertos no programados y se incrementara la productividad.

5 Metodología.

1. Definir objetivos.
2. Identificar los criterios de calidad.
3. Mapear el proceso mediante un SIPOC.
4. Estudio inicial del proceso (Estudio de tiempos).
5. Establecer métricos de calidad, eficiencia y disponibilidad con el fin de calcular el OEE.
6. Diseñar una aplicación para la recopilación, cálculo y flujo de información de calidad, disponibilidad y eficiencia.
7. Implementación de un tablero (Tv) Andón como ayuda visual.
8. Diseñar y fabricación de un Biper para la notificación de soporte.
9. Diseñar una interface entre la aplicación y el tablero Andón.
10. Crear base de datos para métricos en tiempo real.
11. Crear modulo de consultas de información en un determinado tiempo.
12. Elaborar un procedimiento para interpretar la información y los pasos a seguir para la solución de problemas.
13. Crear equipo de soporte para la solución de problemas.

6 Resultados

Se elaboro una aplicación en Visual Studio capaz de almacenar:

- **Tiempo disponible:** Este tiempo se calcula restando la hora en que se finaliza la aplicación menos la hora en la cual se inicia.
- **Tiempo Muerto:** Este tiempo se calcula restando la hora en la que se termina de atender el tiempo muerto menos la hora en la fue abierto el tiempo muerto.
- **Tiempo Efectivo:** Este tiempo se calcula restando el tiempo disponible menos el tiempo muerto.
- **Tiempo de respuesta:** Este tiempo se calcula restando la hora en la que se comenzó a solucionar el problema del tiempo muerto menos la hora en la que comenzó el tiempo muerto.
- **Área Causante del tiempo muerto:** El operador presiona el botón del area correspondiente según sea el problema que se presente. (Figura 2)



Figura 2. Aplicación para la captura de causas y tiempos.

Se elaboro una aplicación que muestra en tiempo real el estatus de cada línea de producción. (Figura 3)

Existen 3 tipos de estatus:

- **Imagen en verde:** La línea está trabajando fluidamente sin problemas.
- **Imagen en rojo:** La línea esta para por un problema.
- **Imagen amarilla:** La línea está siendo atendida por el equipo de soporte correspondiente.

Por otra parte este sistema *Andón* proporciona el tiempo disponible, el tiempo sin paro, el tiempo muerto acumulado y la cantidad de paros que ha tenido.



Figura 3. Sistema *ANDON*

7 Conclusiones.

Empezar a medir el OEE de una línea de producción, no solo a reducido el tiempo muerto, si no también ha servido como incentivo para cumplir las metas de producción por parte de los operadores de producción.

La principal area causante de tiempos muertos es materiales, debido a cortos de material inesperados.

Referencias

1. De Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 604–614. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.035>
2. Singh, R., Shah, D. B., Gohil, A. M., & Shah, M. H. (2013). Overall equipment effectiveness (OEE) calculation - Automation through hardware & software development. *Procedia Engineering*, 51, 579–584. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.082>
3. Azizi, A. (2015). Evaluation Improvement of Production Productivity Performance using Statistical Process Control, Overall Equipment Efficiency, and Autonomous Maintenance. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 186–190. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.032>
4. Andersson, C., & Bellgran, M. (2015). On the complexity of using performance measures: Enhancing sustained production improvement capability by combining OEE and productivity. *Journal of Manufacturing Systems*, 35, 144–154. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.12.003>

Valoración de la disminución del desempeño en actividades laborales

Luis Angel Gámez-Dávila, Gerardo Meza-Partida, Javier Enrique de la Vega-Bustillos,
Francisco Octavio López-Millán

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo, División de
Estudios de Posgrado e Investigación,
Av. Tecnológico S/N, Col. El Sahuaro, CP. 83170, Hermosillo, Sonora, México.
Luisagd515@gmail.com, ge_meza@ith.mx, en_vega@ith.mx,
lopezoctavio@yahoo.com.mx

Resumen. Existen empresas donde su objetivo es atender al cliente por medio de comunicación telefónica. Estas compañías en las cuales los operadores realizan llamadas telefónicas a los clientes, reciben información que los operadores guardan en computadoras lo cual es necesario teclear.

Este tipo de actividad laboral manual en forma prolongada, induce a la fatiga en las extremidades superiores del cuerpo en personas que realizan la operación de tecleo repetitivo en computadora. Se ha llegado a proponer estiramientos cada cierto tiempo, principalmente de la mano para descansar y aun con esto no se ha podido erradicar la fatiga de las manos y muñeca. Es ahí donde se encuentra la problemática a resolver en el presente estudio, debido a que es un trabajo repetitivo durante toda la jornada, encontrar una valoración del cansancio provocado en relación a tres diferentes posturas de la mano que al momento de utilizar el teclado sea mínima la fatiga.

Palabras clave: Desempeño profesional, fatiga laboral, valoración de colocación de manos.

1 Introducción.

El servicio al cliente por medio de encuestas, ha mejorado conforme la tecnología cambia. Hoy en día se ha adoptado el teléfono como vía de comunicación de servicio-cliente y capturar información en computadora, debido a que es una vía de comunicación accesible. Las llamadas telefónicas se realizan para tener en cuenta la opinión del cliente, tenerlo satisfecho y así poder hacer mejoras al servicio brindado.

Las posturas de tecleo en computadora son importantes, debido a que es necesario teclear durante una jornada y así durante toda la semana. La ergonomía juega un papel

Gámez-Dávila LA, Meza-Partida G, De la Vega-Bustillos JE, López-Millán FO (2018) Valoración de la disminución del desempeño en actividades laborales. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):336-339

indispensable en esta actividad, por lo que es necesario disminuir o en lo óptimo erradicar la fatiga principalmente en manos.

2 Marco teórico y trabajo previo.

Las actividades del trabajador en una estación de trabajo siempre conlleva un riesgo oculto sin necesidad de ser tan visible y un grado de incertidumbre; la ergonomía es la que se encarga de disminuir o erradicar el riesgo oculto y el cierto grado de incertidumbre [1].

El término ergonomía proviene de las palabras griegas *ergon* (trabajo) y *nomos* (ley o norma) [2]. Ergonomía es una disciplina de diseño que estudia la relación de estación de trabajo y los operadores. Esta disciplina científica trata de relacionar al ser humano con un sistema, aplicando la teoría, principios, datos y al final el diseño en el sistema y así mejorar el bienestar del ser humano y del sistema en general [3].

La fatiga es un indicador de que algo debe ser atendido en las condiciones de trabajo o en la organización. Las consecuencias de no hacerlo pueden repercutir en la salud, el bienestar, la capacidad y eficiencia productiva; en los costos sociales y económicos. Con el cansancio llegan los errores (nos equivocamos más). En el ámbito laboral también está relacionada con la desmotivación, el aumento del ausentismo y la rotación en los puestos de trabajo [4].

Todos sentimos en ocasiones fatiga, es parte de nuestra condición. Percibimos el cansancio, generalmente después de un sobreesfuerzo o tensión sostenida. Bajo este término se etiquetan estados de diferente intensidad (desde muy ligera hasta el agotamiento total) y no es fácil dar con una definición única y aceptable para todos. Podríamos decir que se manifiesta como una sensación de debilidad y agotamiento acompañada de molestias, incluso dolor e incapacidad para relajarnos [5].

La fatiga se encuentra en un trabajador cuando su estado psíquico-físico está alterado debido a condiciones de trabajo complejo y de larga duración, entonces este término queda asociado a una disminución de la capacidad productiva del trabajador. Se puede distinguir dos tipos de fatiga [6]:

- Fisiológica – Relacionada a la energía muscular y la reducción o eliminación de toxinas.
- Psíquica – Manifestando cambios de moral y diferentes síntomas de las personas. Este tipo de fatiga se asocia al desinterés del individuo y a no tener comunicación ni ánimos de informarse.

3 Descripción del Problema a Abordar.

El realizar actividades manuales repetitivas durante la jornada de trabajo, es una labor cada vez más común por el avance de la tecnología y la necesidad de comunicación constante e inmediata desde lugares distantes. La necesidad de analizar la fatiga de las

extremidades superiores del cuerpo especialmente la mano y muñeca tecleando en una computadora, puede contribuir a un mejor desempeño y una calidad de vida para los operadores. Actualmente la postura neutral es la más utilizada, porque se desconoce o se tienen pocos análisis que afirmen otra posición como óptima para evitar o disminuir la fatiga muscular esquelética.

4 Propuesta de la solución

Se determinará en cual de tres posturas (neutral, extendida y flexionada) es conveniente trabajar con un tecleo repetitivo, tal es el caso en la captura de la información de las encuestas realizadas por vía telefónica. Para determinar la postura óptima, se realizará un análisis de datos, dichos datos provenientes de las encuestas que los empleados harán a los clientes con ayuda de tablas [7], los cuales se capturarán en un software que determine la postura con menor fatiga, esta información será validada con el análisis realizado en otra empresa del mismo giro.

5 Resultados y beneficios esperados.

Con el estudio propuesto, se espera obtener una valoración confiable del desempeño de los operadores, reflejando una disminución en sus resultados de acuerdo a la colocación de sus manos, a la vez que compartan información sobre molestias percibidas. Con los resultados obtenidos se espera tener una mayor certeza sobre la colocación idónea que se debe tener de la mano y la muñeca al realizar tecleados en la computadora, con el fin de obtener una mayor cantidad de trabajo en menos tiempo y con más seguridad para evitar síntomas de molestias evitando algún desorden muscular esquelético.

6 Conclusiones.

Con los resultados que se obtengan en la investigación, se podrá determinar la aceptación o no de la hipótesis de que con la postura neutral el trabajador tiene un mejor rendimiento, por lo tanto requiere a la vez implementar el experimento en una empresa y volver a corroborar resultados para un estudio confiable.

Referencias

1. Cavassa, C. : Ergonomía y Productividad. Ed. Limusa. 2da edición, México (2011).
2. Mondelo, P., Gregori, E. y Barrau, P. : Ergonomía 1 Fundamentos. Ed. Mutua Universal, Barcelona, España (1999).
3. Obregón, M. : Fundamentos de Ergonomía. Grupo Editorial Patria. Azcapozalco, México (2016).

4. Seguel, F. y Valenzuela, S.: Relación entre la fatiga laboral y el síndrome de burnout en personal de enfermería de centros hospitalarios. *Enfermería Universitaria*. 11(4), pp 119-127 (2014).
5. Dirección del Servicio de Prevención de Riesgos Laborales y Medicina del Trabajo: *Fatiga laboral: conceptos y prevención*. Ed. Universidad Complutense, Madrid, España (2015).
6. Savage, M. & Pipkins, D.: The effect of rest periods on hand fatigue and productivity. *Journal of industrial technology*. Vol. 22, pp. 1-6 (2006).
7. Snook, S.; Ciriello, V.; Webster, B. & Dempsey, P.: Psychophysical study of six hand movements. *Ergonomics*. Vol 44, 10, pp 922-936 (2001).

Una propuesta para gestionar los activos de conocimiento en una empresa elaboradora y distribuidora de pastas

Mario Barcelo-Valenzuela, Marcela Rodríguez Domínguez, Alonso Perez-Soltero

Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial,
Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N CP. 83000, Hermosillo, Sonora, México.
mbarcelo@industrial.uson.mx, marcerd0692@gmail.com,
aperez@industrial.uson.mx

Resumen. Las organizaciones presentan la necesidad de desarrollar estrategias que les permitan aprovechar su conocimiento de valor, el cual puede encontrarse de forma explícita y tácita, contenido en la experiencia y competencias de las personas. Esto les permitirá sobrevivir al entorno actual, dinámico, dominado por la tecnología e innovaciones, y donde el conocimiento se ha convertido en el recurso crítico que propicia la generación de ventajas competitivas. El resguardo y diseminación del conocimiento, son actividades fundamentales para la creación de valor, por lo tanto, deben apoyarse de herramientas tecnológicas que faciliten su conservación y consulta cuando sea requerido. Consecuentemente, se propone un modelo a seguir que ayude a gestionar los activos de conocimientos de una organización dedicada a la elaboración y distribución de pastas.

Palabras clave: Conocimiento, Competencias, Activos de Conocimiento, Gestión del Conocimiento, Validación de Competencias.

1 Introducción

Nos enfrentamos ante una sociedad basada en conocimiento, donde este recurso junto con las tecnologías de información y comunicaciones, juega un papel protagónico altamente influyente en el éxito de los negocios. Ramadan et al. [1] sostienen que la imprescindible contribución del conocimiento y el intelecto humano a la competitividad de la organización y la creación de riqueza, ha provocado su consideración como un activo / capital organizacional clave. Debido a lo anterior, las empresas buscan soluciones para contrarrestar los efectos de la fuga o amnesia de conocimiento atribuida a distintos fenómenos, como jubilaciones, falta de documentación, resguardo inadecuado y rotación de personal.

Este artículo forma parte de un proyecto de investigación cuyo objetivo es desarrollar una estrategia para gestionar los activos de conocimientos existentes en una empresa productora de pastas, apoyado por tecnologías de información, con el fin de, entre otras

Barceló-Valenzuela M, Rodríguez Domínguez M, Perez-Soltero A (2018) Una propuesta para gestionar los activos de conocimiento en una empresa elaboradora y distribuidora de pastas. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):340-347

cosas, evitar la pérdida del conocimiento de valor contenido en sus integrantes, conocer las competencias de los mismos y mejorar la comunicación organizacional.

La estructura del documento inicia con el marco teórico, donde se muestra parte de revisión bibliográfica para comprender su contexto. Seguidamente, se explican las situaciones problemáticas que se presentan en la empresa bajo estudio, las cuales son el motivo de la realización de esta investigación. Posteriormente, se muestra un modelo propuesto de solución a la problemática identificada. Después, se dan a conocer los resultados que se esperan obtener al implementar la solución propuesta y por último, se formulan las conclusiones.

2 Marco Teórico

“Las organizaciones compiten en función de sus activos intelectuales, en una economía del conocimiento, donde las funciones, que requieren más habilidades, las realizan los trabajadores del conocimiento, y las organizaciones que mejoran a partir de sus experiencias pasadas son organizaciones de aprendizaje” [2]. Según Bollinger y Smith [3] el conocimiento se define como “la comprensión, la conciencia o la familiaridad adquirida a través del estudio, la investigación, la observación o la experiencia a lo largo del tiempo; es la interpretación individual de información basada en experiencias personales, habilidades y competencias”. De acuerdo a Winterton, Delamare-Le Deist y Stringfellow [4] conocimiento es el resultado de una interacción entre la inteligencia (capacidad de aprender) y la situación (oportunidad de aprender). El conocimiento proviene de experiencias únicas y aprendizaje organizacional; como resultado de la interacción entre individuos y organizaciones, es un concepto dinámico específico de su contexto [5].

Los activos de conocimiento de una organización tienen su origen en los conocimientos, habilidades, valores y actitudes de las personas [6]. Dalkir [7] agrega que los activos intelectuales están representados por la suma total del know what y know how to do de los empleados de la organización. Stewart [8, citado en 7], ejemplifica como activos de conocimiento a la información registrada de una organización y al talento humano, donde dicha información normalmente se almacena de forma ineficiente o simplemente se pierde, especialmente en organizaciones grandes y físicamente dispersas. Cabrita y Bontis [9] definen al capital intelectual como un activo de conocimiento con respecto a la creación y conexión de experiencia, capacidades y competencia dentro y fuera de la empresa. Por su parte Hsu y Wang [10] lo definen como el conocimiento almacenado que posee una organización y el conocimiento personal que poseen los empleados, disponible para las relaciones de red a través de interacciones. El capital intelectual presente en las empresas representa no solo un factor clave en la creación y mantenimiento de ventajas competitivas sostenibles, sino también la combinación de los activos de conocimiento de la empresa, en forma de capital humano, estructural y relacional, favoreciendo la interacción entre

conocimiento tácito y explícito, además de ampliar su creación, sistematización y compartición [11].

A través de la evaluación de los recursos de conocimiento de la organización, es posible hacer que una empresa sea más transparente en términos de sus propios activos, competencias y capacidades de crecimiento; puede impulsar la creatividad, la imaginación, la energía y la pasión dentro de la misma [12].

Górnaiak et al. [13] definen competencias como conocimientos, habilidades y actitudes asociadas a la realización de acciones específicas, independientemente del modo en que fueron adquiridas, y si han sido corroboradas con un procedimiento de validación. Por otra parte, la Comisión Europea [14] las define como la capacidad demostrada para utilizar conocimientos, destrezas y habilidades. Amor [15], menciona que la validación de competencias aparece como el proceso que permite a las personas que el aprendizaje adquirido en contextos no formales e informales se pueda hacer visible y utilizable. Las personas pueden usar su competencia para crear valor en dos direcciones: transfiriendo y convirtiendo el conocimiento externamente o internamente a su organización; la transferencia externa implica relaciones intangibles con clientes y proveedores, mientras que la transferencia interna se relaciona con procesos administrativos explícitos, redes internas, cultura organizacional y las competencias de las personas [16].

Gubbins [17] menciona que los empleados a menudo desconocen el conocimiento que poseen; por ello, las organizaciones intensifican cada vez más su búsqueda de formas de aprender a compartir y transferir el conocimiento tácito entre sus empleados y equipos, para evitar la pérdida de éste debido a la rotación de personal. La Gestión del Conocimiento (GC) puede definirse como “la perspectiva de gestión y la actividad práctica asociada, destinada a hacer el mejor uso de los recursos de conocimiento disponibles para que una organización pueda satisfacer sus oportunidades productivas” [18]. Según Forghani y Tavasoli [19] la GC se refiere al conjunto de procesos de adquisición, mantenimiento y uso del conocimiento, centrándose en la explotación de las propiedades intelectuales. Al implementarse GC, permite que el conocimiento se comparta entre los empleados, lo que conducirá a la efectividad organizacional y a la obtención de ventajas competitivas [20]. Los autores Claver-Cortés et al. [5], proponen que las prácticas de recursos humanos deben tenerse en cuenta en GC, debido a que los individuos son los que tienen los conocimientos necesarios, y es su tiempo en la empresa el que permite la creación de la memoria de una organización.

Por otra parte, Navimipour et al. [21], plantean que la gestión por competencias de los individuos y los colectivos, en el marco de la GC, es el conjunto de procesos que determina la creación, distribución y utilización de habilidades y conocimientos de los recursos humanos. Para los autores García, Reyes y Carballo [22], la gestión por competencias es una herramienta que permite flexibilizar a la organización considerando la gestión de las personas como principal protagonista en la creación de ventajas competitivas. La GC considera al: saber, saber hacer, saber estar, querer hacer y poder hacer, integrando el conocimiento tácito al conjunto de saberes de la organización; este conocimiento tácito se

Una propuesta para gestionar los activos de conocimiento en una empresa elaboradora y distribuidora de pastas

vincula estrechamente con el concepto de competencia, ya que está conformado tanto por elementos cognitivos como por componentes conductuales [23].

3 Problemática

En una empresa mexicana dedicada a la elaboración y distribución de pastas, con presencia en el noroeste del país, se cuenta con gran cantidad de conocimiento de tácito, en forma de experiencias, habilidades y conocimientos adquiridos, el cual no se aprovecha en beneficio del negocio y presenta riesgo de perderse cuando la persona abandone la organización. En algunas ocasiones, la toma de decisiones y el uso del poder se encuentran centralizados en ciertos individuos considerados como expertos, quienes presentan resistencia a compartir sus conocimientos con los demás.

Las competencias de los aspirantes a ingresar a la organización, se valoran de manera empírica al no contar con herramientas estandarizadas ni descripciones de los perfiles requeridos para los puestos de trabajo. Sumado a lo anterior, las habilidades, los conocimientos y el desempeño de los trabajadores no se evalúan de manera formal y constante, provocando una distribución inadecuada de cargas de trabajo, desconocimiento de expertos, provocando un uso ineficiente de recursos, así como una frustración laboral al asignar tareas y proyectos sin evaluar la capacidad de las personas para llevarlos a cabo satisfactoriamente. Además, no se cuenta con un canal de comunicación establecido o formalizado, lo cual influye en el desaprovechamiento de los activos de conocimiento poseídos, al no brindar un espacio para expresión de ideas, solución de conflictos o propuestas de mejora.

4 Propuesta de solución

Se propone un modelo (figura 1) compuesto por cinco fases, las cuales en conjunto, buscan gestionar los activos de conocimiento existentes en la organización, para aprovechar su valor y dar solución a los problemas que presenta la empresa.

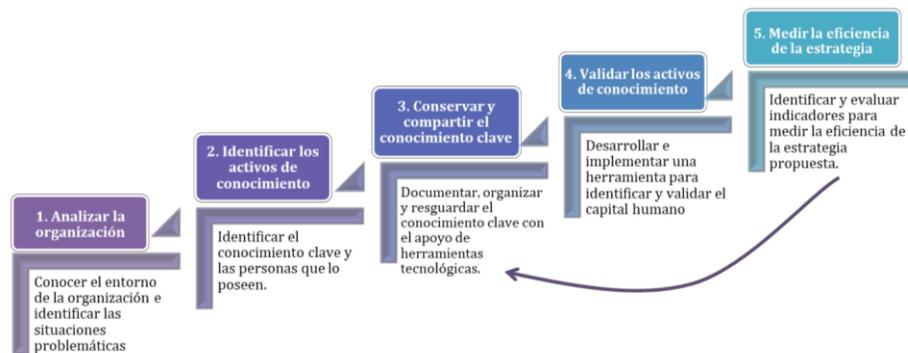


Figura 1. Modelo propuesto (elaboración propia)

En la *primera etapa*, se llevará a cabo un análisis de la organización, para conocer el ambiente laboral y detectar oportunidades de mejora referentes a GC; se espera conocer su cultura y las interacciones de sus integrantes.

La *fase 2* comprende la identificación del conocimiento clave (aquel considerado como crítico y vital para el desempeño de las actividades productivas) y las personas que lo poseen, con la finalidad de detectar expertos y seleccionar el conocimiento que es necesario poner a disposición de sus miembros y deseable de conservar para transmitirlo a futuras generaciones. Además, se hará una selección de herramientas para la recolección y análisis de la información, como encuestas, entrevistas, análisis de redes, entre otros.

En la *tercera etapa* se documentará, organizará y resguardará el conocimiento clave identificado, utilizando herramientas y sistemas tecnológicos que faciliten su conservación y diseminación entre los integrantes de la organización. Para ello, es importante conocer a los usuarios del repositorio con la finalidad de seleccionar o diseñar el software que se adecue a sus necesidades (si se requiere, se brindará una capacitación para su uso). El desarrollo de esta etapa comprende, en su mayoría, la transformación del conocimiento tácito en explícito, para que forme parte de la organización y evitar su pérdida, así como la digitalización de aquellos existentes de forma física.

La *fase 4* propone el desarrollo e implementación de una herramienta que permita identificar el conocimiento de sus trabajadores a través de la evaluación del capital humano, entendiendo por ello los conocimientos, valores, habilidades, experiencias, competencias y actitudes de las personas, aplicados en su actividad laboral. Se espera crear o adecuar un instrumento que se adapte a las actividades productivas de la organización.

En la *última etapa* se evaluará la efectividad de la estrategia propuesta (resolución de problemas), utilizando los indicadores adecuados que permitan comparar el estado real contra lo planeado (objetivos), para detectar las brechas existentes y proponer mejoras. Se

tomarán en cuenta los comentarios y las retroalimentaciones de las partes interesadas, así como de los usuarios del sistema implementado.

5 Resultados esperados

Se espera que al implementar el modelo de solución, se lleve a cabo una gestión adecuada de sus activos de conocimiento, identificando y documentando el conocimiento de sus trabajadores, mediante el uso de herramientas tecnológicas de información.

Se espera que la empresa resguarde y comparta el conocimiento (tácito y explícito) de valor, para que esté a disposición de los interesados y sea consultado cuando se requiera. El validar el conocimiento mejorará su desempeño laboral, motivándolos a aprender y compartir este elemento. De la misma manera, como resultado de la implementación de un sistema tecnológico que apoye el aprovechamiento de los activos del conocimiento, se espera mejorar el flujo de información, la solución de problemas y la toma de decisiones, así como detectar redes de conocimiento, mejorar la comunicación entre los distintos departamentos y reducir desperdicios.

6 Conclusiones

En la era del conocimiento, el recurso humano no se considera como una fuerza de trabajo física, sino como portadores de ideas que dan origen a la ventaja competitiva más significativa de nuestra sociedad: la innovación. Saber cómo aprovechar los activos de conocimiento, debe ser una tarea constante de aquellas organizaciones que buscan posicionarse en el mercado y reaccionar ante sus cambios. De la misma manera, las personas han de percatarse de las ventajas de gestionar el conocimiento en un equipo de trabajo, al crear, compartir, resguardar y consultar este recurso, buscando combatir la resistencia al cambio y fomentar el aprendizaje, así como crear un ambiente adecuado para la comunicación y el uso de tecnología.

Referencias

1. Ramadan, B. M., Dahiyat, S. E., Bontis, N., y Al-dalahmeh, M. A.: Intellectual capital, knowledge management and social capital within the ICT sector in Jordan. *Journal of Intellectual Capital*, 18(2), pp. 437–462 (2017)
2. Osinski, M., Selig, P. M., Matos, F., y Roman, D. J.: Methods of evaluation of intangible assets and intellectual capital. *Journal of Intellectual Capital*, 18(3), pp. 470–485 (2017)
3. Bollinger, A. S., y Smith, R. D.: Managing organizational knowledge as a strategic asset. *Journal of Knowledge Management*, 5(1), pp. 8–18 (2001)

4. Winterton, J., Delamare-Le Deist, F. y Stringfellow, E.: Typology of knowledge, skills and competences: clarification of the concept and prototype. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburgo (2005)
5. Claver-Cortés, E., Zaragoza-Sáez, P., Úbeda-García, M., Marco-Lajara, B., y García-Lillo, F.: Strategic knowledge management in subsidiaries and MNC performance. The role of the relational context. *Journal of Knowledge Management*, 22(5), pp. 1153-1175 (2018)
6. González, P.: Propuesta de un modelo para medir activos intangibles en empresas de software a partir de una herramienta multicriterio, *Estudios Gerenciales*. Universidad ICESI, 31(135), pp. 191-201 (2015)
7. Dalkir, K.: *Knowledge Management in Theory and Practice*. Tercera Edición. Massachusetts: The MIT Press, Massachusetts Institute of Technology (2017)
8. Stewart, T., *Intellectual capital: Your company's most valuable asset*. *Fortune Magazine*, pp. 44-60 (1991)
9. Cabrita, M., y Bontis, N.: Intellectual Capital and Business Performance in the Portuguese Banking Industry. *International Journal of Technology Management*, 43(1-3), pp. 212-237 (2008)
10. Hsu, L., y Wang, C.: Clarifying the Effect of Intellectual Capital on Performance: The Mediating Role of Dynamic Capability. *British Journal of Management*, 23(2), pp. 179-205 (2012)
11. Jordão, R. V. D., y Novas, J. C.: Knowledge management and intellectual capital in networks of small- and medium-sized enterprises. *Journal of Intellectual Capital*, 18(3), pp. 667-692 (2017)
12. Lerro, A., Iacobone, F. A., y Schiuma, G.: Knowledge assets assessment strategies: organizational value, processes, approaches and evaluation architectures. *Journal of Knowledge Management*, 16(4), pp. 563-575 (2012)
13. Górnjak, J., Czarnik, S., Dobrzyńska, M., Jelonek, M., Keler, K., Kocór, M., Strzebońska, A., Szczucka, A., Turek, K. y Worek, B.: *Study of Human Capital in Poland*, Polish Agency for Enterprise Development, Warsaw (2011)
14. Comisión Europea: *Aplicación de Programa comunitario de Lisboa*. Propuesta de recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la creación del Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente, Bruselas (2006)
15. Amor, E.: La importancia de la validación de las competencias. *La Nueva Ruta del Empleo, empleando talento*, <http://www.lanuevarutadeempleo.com/Noticias/la-importancia-de-la-validacion-de-las-competencias> (2017)
16. Dayan, R., Heisig, P., y Matos, F.: Knowledge management as a factor for the formulation and implementation of organization strategy. *Journal of Knowledge Management*, 21(2), pp. 308-329 (2017)
17. Gubbins, C.: Evaluating a tacit knowledge sharing initiative: A case study. *European Journal of Training and Development*, 36(8), pp. 827-847 (2012)
18. Corfield, A., y Paton, R.: Investigating knowledge management: can KM really change organisational culture? *Journal of Knowledge Management*, 20(1), pp. 88-103 (2016)

19. Forghani, M. y Tavasoli, A.: Investigating the Relationship between Knowledge Management Dimensions and Organizational Performance in Lean Manufacturing. *International Journal of Management, Accounting and Economics*, 4(3), pp. 218-225 (2017)
20. Lo, M.C., Abang Azlan, M., Asraf Abdullah, M., Lim, M. y Ramayah, T.: The role of knowledge management on organisational effectiveness: organisational culture as the moderator. *International Journal of Business and Society*, 18(4), pp. 808-818 (2017)
21. Navimipour, N., Rahmani, A., Navin, A. y Hosseinzadeh, M.: Expert Cloud: A Cloud-based framework to share the knowledge and skills of human resources. *Computers in Human Behavior*, 46, pp. 57-74 (2015)
22. García, Y., Reyes, L., y Carballo, C.: ¿Por qué la importancia de implementar Sistemas de Gestión por Competencias en nuestras organizaciones? *Ciencias Holguín (Cuba)*, 15(2) (2009)
23. Clara da Fonseca, M.: Enfoque de competencias para la gestión del capital humano, <https://www.gestiopolis.com/enfoque-de-competencias-para-la-gestion-del-capital-humano/> (2008)

Un Sistema de Gestión de Riesgos Laborales en una Empresa de la Industria Alimenticia en Hermosillo Sonora

Jesus Martin Rivera Grajeda¹, Jaime Alfonso León-Duarte¹, Jaime Olea-Miranda¹

¹ Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, Rosales y Blvd. Luis Encinas S/N, C. P. 83000, Hermosillo, Sonora, México

martinrivera_18@hotmail.com, jleond@industrial.uson.mx,
jolea@industrial.uson.mx

Resumen. Los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales representan un problema humano y económico que constituye una grave preocupación en todo el orbe. A pesar de los esfuerzos desplegados a escala mundial para abordar la situación de la seguridad y salud en el trabajo. El costo de esta adversidad cotidiana es enorme y la carga económica de las malas prácticas de seguridad y salud, se estima en un 4% del Producto Interno Bruto global cada año. Con la finalidad de incidir en la protección de la integridad y la seguridad de los trabajadores e impactar positivamente en la competitividad de la empresa, se propone el desarrollo de un sistema de gestión de riesgos laborales, mediante la integración de soluciones propuestas por normativas nacionales e internacionales.

Palabras clave: Salud, Enfermedad Profesional, Accidente de Trabajo, Seguridad y Salud en el Trabajo, Prevención de Riesgos Laborales.

1 Introducción

En México, las estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), señalan que se presentaron 198,720 accidentes de trabajo en 2017, de los cuales 43,793 fueron en centros de trabajo categorizadas en la clase de riesgo V (la más alta). Del total de accidentes en el país, 5,548 ocurrieron en el estado de Sonora, lo que implica el 2.79% del total nacional. En el mismo año se presentaron 298 defunciones a causa de accidentes de trabajo, de las cuales 116 fueron en centros de trabajo categorizados en la clase de riesgo V [1].

Rivera Grajeda JM, León-Duarte JA, Olea-Miranda J (2018) Un Sistema de Gestión de Riesgos Laborales en una Empresa de la Industria Alimenticia en Hermosillo Sonora. Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora 4 (1):348-354

En la mayoría de los casos, los accidentes de trabajo suceden debido a las condiciones peligrosas que existen en los equipos, maquinarias, herramientas de trabajo e instalaciones, así como por la actitud o actos inseguros de los trabajadores al realizar sus actividades.

La investigación se llevará a cabo en una empresa de la industria alimenticia. La organización se divide en 7 áreas y cuenta con un personal promedio de 190 personas, de las cuales 46 laboran en las diferentes áreas de producción en dos turnos de trabajo.

Para la empresa, el bienestar y la salud del personal son aspectos críticos y muy importantes, debido a que actualmente se encuentra clasificada en nivel dos de riesgo (clase baja), de acuerdo con el IMSS y el aumento de accidentes o enfermedades de trabajo provocaría también un aumento en el pago de la prima del seguro. De igual manera, estudios que se han realizado han determinado niveles de ruido por arriba de lo establecido en la norma; así como también se han identificado oportunidades de mejora en cuanto a seguridad y salud en el trabajo en el área de producción. Específicamente en el área de empaque, ya que es en esta área donde se realiza el trabajo físicamente más demandante para los empleados, mayormente por el alto contenido de trabajo manual, presentándose cortes por el manejo del cartón y navajas, a esto se le suman las condiciones ambientales en las que se desempeñan los trabajadores de dicha área. De igual modo, en el área de almacén se tienen grandes cantidades de material, debido a la alta producción, lo que se refleja en una falta de orden y mala organización, además la falta de señalamientos pone en riesgo el tránsito y fácil movimiento de las personas que circulan por las diferentes áreas de producción.

Aunado a esto, la empresa no cuenta con una buena estructura del sistema de gestión de riesgos de seguridad y salud. Teniendo como consecuencia una falta de conciencia y cultura preventiva en supervisores de producción y empleados en general.

2 Marco teórico

2.1 Salud

El concepto ideal de salud viene determinado por la organización mundial de la salud (OMS), que la define como: el estado completo de bienestar físico, psíquico y social y no solo la ausencia de afecciones y enfermedades. Se adopta la definición moderna del término “Salud”, en la que se contempla no tan solo la ausencia de enfermedad orgánica (funcionamiento deficiente del conjunto de células, tejidos, órganos y sistemas del cuerpo humano), si no el equilibrio físico, psíquico y social [2].

2.2 Enfermedad profesional

Desde el punto de vista técnico, la enfermedad profesional se define como un deterioro lento y paulatino de la salud del trabajador producido por una exposición continua a

situaciones adversas, mientras que el accidente de trabajo se define como un suceso normal que, presentándose de forma inesperada, interrumpe la continuidad del trabajo y causa daño al trabajador [2].

2.3 Accidente de trabajo

El accidente de trabajo se define como un suceso imprevisto, que interrumpe o interfiere la continuidad del trabajo y puede suponer un daño para las personas o la propiedad. En ese sentido podemos indicar que la salud en el trabajo consiste en el equilibrio físico, psíquico y social de un individuo en el entorno laboral [3].

2.4 Seguridad y salud en el trabajo

Se define, como la ciencia de la anticipación, el reconocimiento, la evaluación y el control de los riesgos derivados del lugar de trabajo o que se producen en el lugar de trabajo que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo en cuenta su posible impacto en las comunidades cercanas y el medio ambiente en general laboral [4].

2.5 Prevención de riesgos laborales

Los primeros indicios que se registran en la historia sobre la salud ocupacional, datan desde la antigüedad, formalmente al marco de la historia a partir de la Primera Revolución Industrial y se institucionaliza con el correr de los años [5].

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse [6].

2.6 Ergonomía

La ergonomía es la disciplina científica que trata la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos que forman parte de un sistema, así como los principios teóricos, datos y métodos para el bienestar y rendimiento de los trabajadores [7]. La importancia de la ergonomía radica en su aplicación, ya que los beneficios que se pueden obtener son: mejoras en el diseño de la estación de trabajo, en la seguridad de la organización y cumplimiento con la normatividad legal en aspectos de seguridad e higiene laboral [8].

2.7 Sistemas de gestión en seguridad y salud en el trabajo

Hoy en día, los avances tecnológicos y las fuertes presiones competitivas han aportado cambios rápidos en las condiciones de trabajo, los procesos y la organización del trabajo. La legislación es esencial, pero insuficiente por sí sola para abordar estos cambios o seguir el ritmo de los nuevos peligros y riesgos. Las organizaciones también deben ser capaces de afrontar los continuos retos de la seguridad y la salud en el trabajo y desarrollar respuestas efectivas en forma de estrategias de gestión dinámicas.

Las Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo fueron elaboradas sobre la base de un enfoque amplio que incluía a la Organización Internacional del Trabajo. Asimismo, han sido moldeadas de acuerdo con los principios de seguridad y salud en el trabajo acordados a nivel internacional como se definen en las normas internacionales del trabajo pertinentes. En consecuencia, proporcionan un instrumento único y poderoso para el desarrollo de una cultura en materia de seguridad sostenible dentro de las empresas y fuera de éstas [9].

Otro sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo, es el creado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), el Programa de Autogestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (PASST), es aquel en el cual las empresas o centros de trabajo pueden afiliarse de manera voluntaria y demostrar sus condiciones de seguridad y salud en el trabajo, contando para ello con el beneficio de no recibir inspecciones en esta materia, durante el tiempo que la empresa se encuentre dentro del programa, llevando a cabo evaluaciones integrales de manera anual y recibiendo un distintivo como empresa segura a aquellas empresas que demuestren el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo [10].

3 Metodología

Se realizará un análisis integral de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que presentan los empleados de la empresa, con la finalidad de conocer los riesgos laborales a los que son expuestos los trabajadores. Se realizará un diagnóstico sobre la administración en seguridad y salud en el trabajo, que se lleva en la empresa, con el objetivo de identificar los recursos con los que se cuenta. Desarrollo de una propuesta metodológica, de acuerdo a la revisión bibliográfica y el análisis organizacional, que permita dar soluciones a la problemática. Se elaborarán e implementarán propuestas de mejora en las diferentes áreas de la empresa, así como también acciones correctivas. Posteriormente se evaluarán los resultados obtenidos en términos de su impacto laboral y económico, con la finalidad de aplicar acciones en pro de mejoras y se documentarán los resultados.

Se sintetiza la metodología propuesta, mediante seis fases, en el siguiente diagrama:

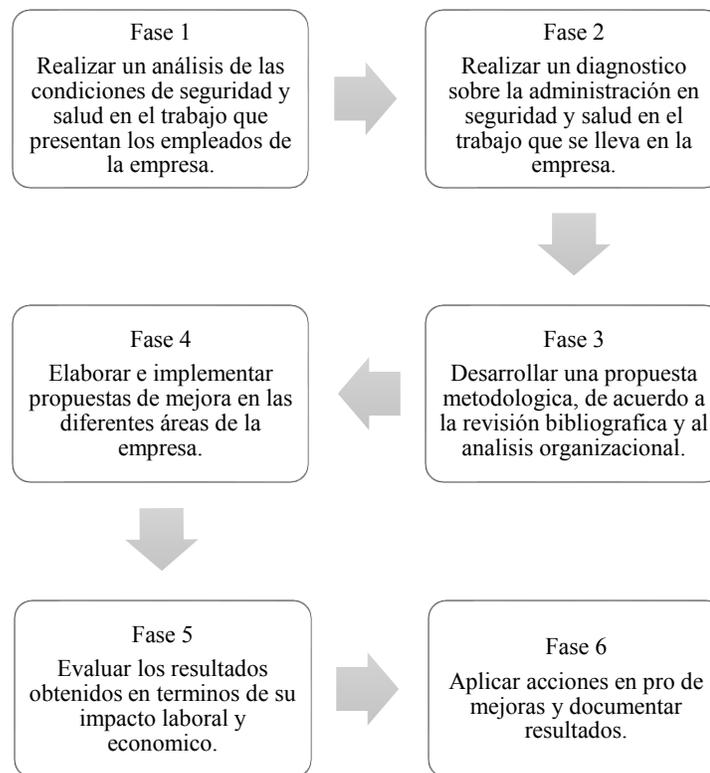


Figura 1. Metodología propuesta

4 Resultados esperados

Con el desarrollo de un sistema de gestión de riesgos laborales, se espera tener una correcta gestión y control sobre los accidentes, enfermedades de trabajo, riesgos de trabajo, de igual modo se espera reducir la rotación de personal, así como también, se espera crear una cultura preventiva entre todos los empleados, logrando así un entorno de trabajo ordenado, con fácil acceso y libre de condiciones inseguras, haciendo más eficiente, productiva y segura la labor del trabajador e impactar positivamente en la competitividad de la empresa.

5 Conclusiones

Debido a la falta de una cultura preventiva, es fundamental para cualquier empresa contar con un sistema de gestión de riesgos laborales adecuado para prevenir accidentes, lesiones, enfermedades de trabajo y rotación del personal. Con el desarrollo de un sistema de gestión de riesgos laborales, será posible crear una cultura preventiva entre los empleados de las diferentes áreas de la empresa, buscando así controlar cualquier condición y acto inseguro, que ponga en riesgo la integridad del personal ocupacionalmente expuesto de la empresa. Además, la correcta aplicación del sistema permitirá tener un entorno laboral saludable, con el cual la compañía se verá beneficiada económica y socialmente.

Actualmente el proyecto se encuentra en desarrollo, específicamente en la fase tres, donde se busca desarrollar una propuesta metodológica, de acuerdo a la revisión bibliográfica y al análisis organizacional; Razón por la cual aún no se cuenta con resultados para evaluar y poder concluir si se lograron los resultados esperados.

Referencias

1. Seguridad y Saludo en el Trabajo en México: Avances, retos y desafíos, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/279153/Libro-Seguridad_y_salud_en_el_trabajo_en_Me_xico-Avances__retos_y_desafios__Digital_.pdf
2. Falagan, M.J., Canga, A., Ferrer, P. y Fernández, J.M.: Manual básico de prevención de riesgos laborales: higiene industrial, seguridad y ergonomía. España: Sociedad asturiana de medicina y seguridad en el trabajo y fundación médicos Asturias (2000)
3. Díaz, P.: Prevención de riesgos laborales seguridad y salud laboral. 2da ed. Madrid: Paraninfo (2015)
4. Tuof, M.: Occupational risk assessment for the implementation of a management systems of health and safety at work. Economics, management and financial markets. 9(4), 332-342 (2014)
5. Arias Gallegos, walter.: Revision historica de la salud ocupacional y la seguridad industrial. Revista de Seguridad y Salud en el trabajo. 13(3), 2 (2011)

6. Ministerio de trabajo.: Dirección de riesgos laborales (2014)
7. Hollnagel, E.: Human factors / ergonomics as a systems discipline ? The human use of human beings revisited. *Applied Ergonomics*, pp. 40–44 (2014)
8. Bridger, R.S.: *Introduction to ergonomics* 2nd ed., New York, United States: Taylor & Francis (2003)
9. Programa de Autogestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, <http://autogestion.stps.gob.mx:8162/pdf/LineamientosGenerales.pdf>
10. Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, ILO-OSH 2001, https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_112582.pdf

