

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

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



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-Montaña, 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

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:

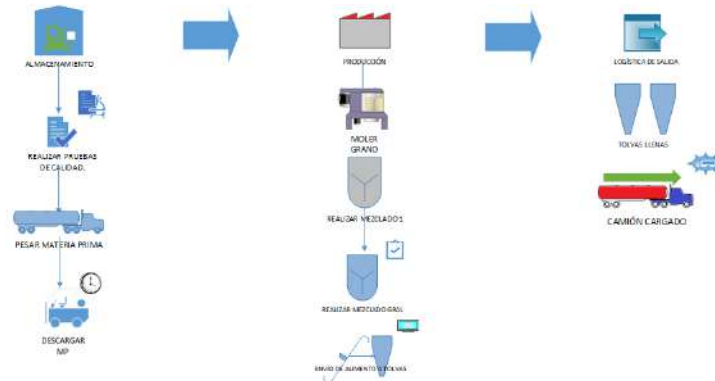


Fig. 1. Diagrama General de la empresa (elaboración propia).

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/>

Propuesta de rediseño de proceso en centros geriátricos mediante la implementación de tecnologías para el monitoreo del paciente

Alma Leticia Chávez Quintero, Gilberto Borrego, Laura Elena Cervantes García, Luis-Felipe Rodríguez Torres
Departamento de computación y diseño
Instituto Tecnológico de Sonora
Ciudad Obregón, México
alma.chavezq@gmail.com, gilberto.borrego@itson.edu.mx, lauracervantes@hotmail.com, luis.rodriguez@itson.edu.mx

Abstract— En México existen diferentes centros diurnos orientados al cuidado del paciente con Alzheimer. Usualmente, este tipo de centros carecen de un aprovechamiento de tecnología. Un re-diseño de procesos podría ayudar al utilizar tecnología y mejorar la efectividad de los empleados, así como mejorar la atención y monitoreo hacia los pacientes. El presente proyecto propone una reingeniería en el proceso de intervención terapéutica, tomando como caso de estudio un centro diurno ubicado en Cd. Obregón, Sonora, basada en la metodología de Davenport. En la propuesta, se diseña un método de monitoreo cualitativo, el cual incluye una aplicación móvil para el registro diario de los comportamientos, actitudes, y desempeño del paciente; así como el uso de sensores para un monitoreo en tiempo real. Esto, para la prevención de accidentes y una mejor toma de decisiones a largo plazo.

Palabras clave: rediseño de procesos, alzheimer, monitoreo, toma de decisiones.

I. INTRODUCCIÓN

El Alzheimer es una enfermedad degenerativa y principal causa de [3]. Esta enfermedad tiene como síntomas problemas de memoria, de habla, de resolución de problemas y de otras habilidades cognitivas que dificultan la realización de actividades diarias [4]. Esta enfermedad se va desarrollando en tres distintas fases (leve, moderada y severa) [5] cada una más grave que la otra. En México existen centros diurnos que apoyan a los familiares en el cuidado del paciente, así como a favorecer la desaceleración de la enfermedad, logrando una mejor calidad de vida para el paciente y una reducción de la carga de trabajo del cuidador. En este tipo de centros, se realizan distintas actividades como talleres ocupacionales y recreativos¹, además de contar con distintas terapias tanto cognitivas, como físicas [6].

En estos centros se genera información útil acerca de los pacientes, sin embargo, no siempre es registrada y analizada adecuadamente [7]. En general, en México este tipo de centros no cuenta con la tecnología necesaria o los procesos adecuados para sacar el mejor provecho a estos datos. Por ello, es importante realizar un rediseño en los procesos en los cuales se interactúa con el paciente, para poder recabar la información necesaria para en un futuro, poderla aprovechar

ya sea para la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo, así como para la realización de predicciones con respecto al deterioro de cada paciente.

En el presente trabajo se propone el rediseño de un proceso en un centro geriátrico. En particular, se presentan los resultados de la observación, análisis y medición del proceso actual así como la propuesta del nuevo proceso.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Jansen-Vullers y Reijers [8], proponen un rediseño de proceso en una institución de salud mental cuyo principal objetivo es una simplificación del proceso de ingreso de tratamiento. En su situación inicial, el proceso duraba un poco más de 10 días laborales. Jansen-Vullers y Reijers tomaron siete escenarios de rediseño que evaluaron para identificar cuál es el más favorable en términos de servicio y tiempo. El escenario más favorable fue el soportado en trabajo basado en caso y no teniendo ninguna mejora en el escenario basado en la integración de tecnología.

Khodambashi [9] afirma que las tecnologías de información mejoran el rediseño de procesos, ya que éstas permiten al equipo a recolectar, analizar, almacenar y distribuir información más efectivamente, además de incrementar la colaboración y la comunicación. En el presente trabajo se propone la implementación de tecnología en un centro geriátrico utilizando *wearable*s y mejorando la calidad de los datos registrados para la mejora de toma de decisiones dentro del centro.

III. METODOLOGÍA

A. Objetivos.

Con el objetivo de facilitar el procesamiento y análisis de información del proceso de intervención terapéutica, se busca alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el funcionamiento del proceso actual de intervención terapéutica mediante observaciones y mediciones y describirlo en un documento formal.
- Rediseñar el proceso de intervención terapéutica, con el fin de disminuir tiempos en actividades innecesarias, recopilar

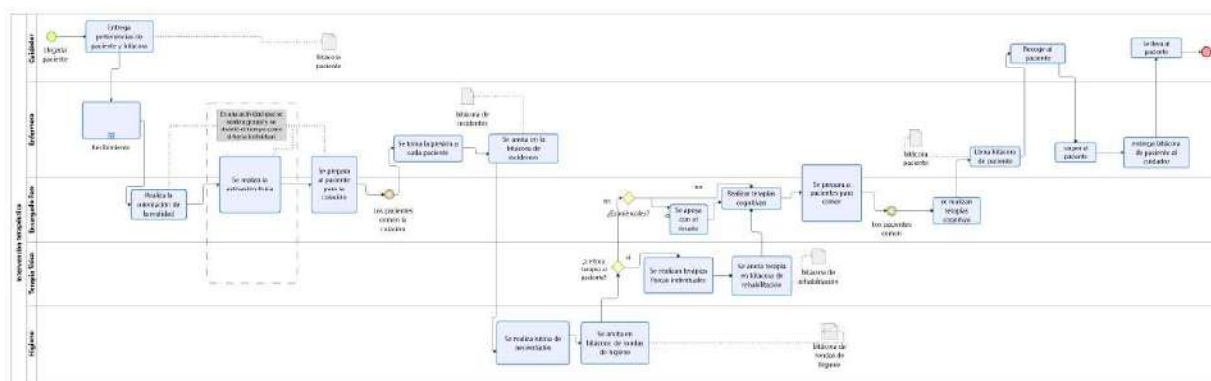


Figura 1: Representación BPMN del proceso actual

información útil acerca del paciente, sin restarle la atención del personal, mediante el apoyo de distintas tecnologías.

B. Pregunta de investigación.

¿De qué manera se puede mejorar la calidad de los datos con los que se toman las decisiones de los cambios de fase en una estancia geriátrica?

C. Proceso.

El rediseño propuesto se basa en la metodología de reingeniería de Davenport descrita en Mohapatra [10], la cual describe los siguientes pasos:

1) *Visión y planteamiento de objetivos.* Se definen los problemas que quieren ser solucionados con el rediseño del proceso de acuerdo a la visión de la compañía y los objetivos de los procesos.

2) *Identificación de los procesos de negocio.* Se identifica el proceso que va a ser sometido a la reingeniería.

3) *Entendimiento y medición de procesos.* Se estudia el funcionamiento y desempeño exacto de los procesos seleccionados. Se realizaron actividades de observación y distintas entrevistas sobre el proceso actual. Posteriormente, se realiza un modelado BPMN² (Business Process Model and Notation) del proceso además de diagramas de rol-actividad.

4) *Identificar tecnologías de información*

En este paso se estudia la aplicabilidad de herramientas de tecnologías de información para los procesos rediseñados.

5) *Prototipo de proceso.*

Se diseña un prototipo funcional del nuevo proceso de negocio. Las personas en la empresa estudian el prototipo y desarrollan ideas para las mejoras hasta que quedan conformes con el rediseño del proceso de trabajo.

IV. RESULTADOS PARCIALES

Al momento se han logrado los siguientes resultados parciales en el rediseño del proceso de intervención terapéutica, siguiendo la metodología de Davenport.

1) *Visión y planteamiento de objetivos.*

Mediante reuniones con los directivos del centro y el coordinador de las áreas de terapia, se revisó la organización, sus funciones, quiénes eran sus clientes o beneficiarios, cómo

surgió la organización, la misión y visión de la misma. Se revisó un manual de perfiles y procesos de la estancia, donde se describen las actividades de cada puesto, así como el perfil profesional que lo debe de desarrollar. Finalmente se definió la actual cadena de valor de la organización.

El problema detectado fue que actualmente toda la documentación con respecto al paciente se realiza de manera manual. Respecto a observaciones, no existe un registro diario sobre el comportamiento o desempeño en la terapia de cada paciente. Además, las bitácoras diarias que se utilizan, no generan ningún tipo de conocimiento o impacto con respecto al avance de cada paciente.

2) *Identificación del proceso de negocio.*

Se eligió el proceso de “Intervención terapéutica” para aplicar la reingeniería, en el cual se interactúa directamente con el paciente, además de que impacta sobre las decisiones de cambio de fase del paciente, así como en su progreso o deterioro tanto físico como cognitivo.

3) *Entendimiento y medición de procesos.*

Se definió la información que se registra diariamente de los pacientes mediante observación y entrevistas semiestructuradas. Asimismo, se observaron jornadas completas de trabajo durante dos semanas, y de media jornada alternando entre la mañana y la tarde durante dos semanas más, midiendo el tiempo que les tomaban a los empleados la realización de las distintas tareas. Se generó un diagrama BPMN del proceso actual (Figura 1).

a) *Descripción de roles.*

Se realizó una descripción de los actores que participan en este, con sus nombres y responsabilidades, plasmados a continuación:

- **Cuidador:** Es el familiar o encargado del paciente en casa.
- **Enfermera:** Da seguimiento clínico al paciente, lo recibe en la entrada, le toma la presión y registra los incidentes que ocurren a lo largo del día.
- **Psicólogo o encargado de fase:** Brinda terapia cognitiva al paciente según la fase a la que pertenezca.

² <http://www.bpmn.org/>

- Encargado de terapia física o fisioterapeuta: Brinda rehabilitación física a los pacientes.
- Encargado de higiene: Revisa la higiene del paciente, llevarlos al baño, verificar evacuaciones, informar si existe alguna infección. Si el paciente requiere un baño, también es la encargada de brindarlo.
- Coordinador de intervención terapéutica: Supervisa que cada una de las áreas realicen adecuadamente su labor.

b) Descripción de proceso actual.

El proceso de intervención terapéutica inicia con el recibimiento de los pacientes a partir de las 8:00 horas. El cuidador entrega al paciente con su respectiva bitácora que contiene información sobre el comportamiento del paciente en casa, tal como sueño y si sucedió algún incidente. Posteriormente la enfermera registra la hora de llegada del paciente a mano en la lista de asistencia. Las bitácoras se acomodan en la entrada categorizándolas por fase. Cada paciente es llevado al área de intervención por una enfermera. Cuando llegan a su área, los psicólogos se encuentran realizando la orientación de la realidad, donde se les lee el periódico a los adultos y se comenta al respecto.

Después, se inicia con la reactivación física grupal donde se realizan movimientos de extremidades repetitivos acompañados de música, que se realizan sentados. La reactivación física dura de 40 a 60 min y en este momento los adultos se encuentran divididos en tres grupos de acuerdo a su nivel de deterioro. Se tiene un descanso a los 15 min para que los pacientes tomen agua, y se continúa con juegos físicos que incluyen habilidades cognitivas, como atrapar una pelota. Al finalizar la reactivación física, se les da un pequeño receso a los pacientes de aproximadamente 15 minutos donde tienen música y éstos pueden bailar y platicar con sus compañeros. Transcurrido este tiempo, se preparan a los pacientes para la merienda y el consumo de la misma (esta actividad dura alrededor de 15 minutos). Al finalizar, se acomodan los pacientes en las distintas fases. Hasta este momento, la única información que ha sido registrada es la entrada del paciente y la bitácora recibida por la enfermera.

Una vez ubicados todos los pacientes en su respectivo grupo, se procede con actividades planeadas para cada miembro. Simultáneamente, los enfermeros toman la presión de cada paciente y se anota en la bitácora de incidentes. Asimismo, cada paciente recibe terapia física tres veces por semana. La fisioterapeuta se enfoca en las necesidades específicas de cada persona, con una duración de entre 15 y 25 minutos según la disposición del adulto mayor. Como parte de esta actividad, se anotan en la bitácora de rehabilitación física las áreas que se trabajan.

Las enfermeras se encargan de llenar las bitácoras por cada paciente, donde se indica qué comió el paciente y si hubo algún comportamiento que destacar del día. Alrededor

de las 12:45 horas se comienza la preparación de los pacientes para la hora de comida. Posteriormente se sirve la comida y los pacientes comen, esto dura aproximadamente 30 min. Cuando finaliza la hora de la comida, se reacomodan los pacientes para continuar con sus terapias psicológicas. Cuando el cuidador pasa por el paciente la enfermera va por él y se lo entrega junto con su bitácora.

4) Identificar tecnologías de información

Se propone el uso de distintas tecnologías para agilizar el proceso de ingreso de información.

a) Aplicación móvil.

Se propone la implementación de una aplicación móvil en dónde se registren todos los datos relacionados con el paciente, pudiendo unificar a todas las áreas en un solo sistema. La aplicación móvil permitiría la integración y resguardo seguro de la información que se obtiene en la estancia, así como la posibilidad de poder obtener conocimiento esencial acerca de cada paciente para otros procesos.

b) Wearables

Se propone el uso de pulseras para el monitoreo de señales fisiológicas del paciente. Además de la adquisición de DFree³, un dispositivo basado en ultrasonido que monitorea la vejiga del adulto mayor, mandando una alerta cuando éste requiere ir al baño, y que registra sus actividades en línea.

5) Prototipo de proceso.

La Figura 2 muestra el diagrama BPMN de la propuesta, donde se simuló el funcionamiento del nuevo proceso.

a) Descripción del proceso propuesto

El proceso empieza con la llegada del paciente a la estancia, quien tendrá un código QR colocado en una tarjeta brindada por el cuidador, el cual se escaneará para pasar asistencia mediante una aplicación móvil. Al llegar se le colocará a cada paciente una pulsera para medir sus pulsos. Posteriormente, la enfermera revisará la aplicación para verificar que se hayan introducido datos en casa y preguntará si existió algún incidente que no haya sido capturado; de ser así, se captura en la aplicación, para después llevar al paciente a su lugar. Al finalizar, otra enfermera le tomará la presión arterial para anotarlo en la aplicación. Un encargado de fase estará realizando la orientación de la realidad a los pacientes que hayan llegado.

A las 9:00 horas se iniciará la reactivación física grupal de la misma manera que el proceso actual. Después se preparará a los pacientes para su merienda. Al finalizar, las enfermeras capturarán en la aplicación si el paciente comió adecuadamente la colación.

Al finalizar la reactivación física, la encargada de fisioterapia anotará en la aplicación observaciones extraordinarias ocurridas. Posteriormente, se hará la rutina común de terapias físicas. Al ingresar el paciente, se indicará en la aplicación el inicio de la terapia. Cuando la terapia

³ <https://www.dfreeus.biz/>

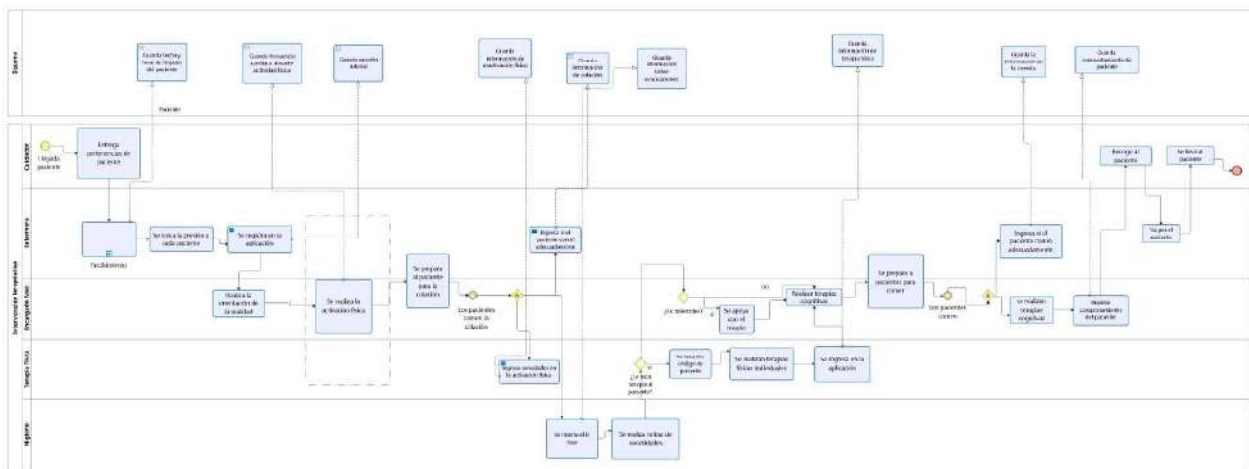


Figura 2: Modelado de propuesta de proceso.

termine, la fisioterapeuta lo indicará en la aplicación e ingresará el resumen de su terapia, evaluando el desempeño del paciente y su estado de ánimo inicial y final.

Mientras tanto, los demás pacientes estarán recibiendo sus respectivas terapias cognitivas. Cuando llegue la hora de comida, aproximadamente a las 12:45, se iniciará el acomodo para la comida, al igual que en el proceso actual. Al finalizar la comida, la enfermera anotará en la aplicación si el paciente comió debidamente. Posteriormente, se reanudarán las terapias cognitivas, y el encargado de fase ingresará el comportamiento del día del paciente en la aplicación, así como una evaluación del paciente en las actividades realizadas en el día. Cuando el cuidador llegue por el paciente, la enfermera irá por él y registrará su salida en la aplicación y retirará la pulsera.

V. CONCLUSIONES

La presente propuesta de rediseño permitirá mejorar la atención hacia los pacientes, además de habilitar el análisis de los casos de cambio de fase, así como predecir el deterioro de los pacientes y así poder tomar acciones al respecto; se pueden crear perfiles de pacientes, identificar cuáles terapias son más efectivas, así como prever las crisis mediante los signos vitales del paciente.

La utilización de tecnología permite asegurar la calidad de los datos registrados teniendo un formato definido y su tratamiento será más sencillo. Además, la aplicación móvil permitirá tener la menor cantidad de datos no estructurados para un análisis más sencillo.

El trabajo futuro incluye el diseño e implementación de la aplicación móvil propuesta, así como el desarrollo de un tablero de control como soporte a la toma de decisiones del paciente que permita la categorización de los pacientes según sus actitudes y desempeño en las terapias.

REFERENCIAS

- [1] T. Zúñiga, Z. Trujillo y S. A. Luisa, «Requerimientos de los centros de día para la atención de adultos mayores con demencia: Consenso Nacional de la Federación Mexicana de Alzheimer (FEDMA),» *Arch Neurocién*, vol. 17, n° 4, pp. 221-229, 2012.
- [2] Alzheimer's Association, «2017 Alzheimer's disease facts and figures,» *Alzheimer's & Dementia*, vol. 13, pp. 325-373, 2017.
- [3] S. Mohapatra, *Business Process Reengineering: Automation Decision Points in Process Reengineering*, New York: Springer, 2013.
- [4] R. Gaardboe, T. Nyvang y N. Sandalgaard, «Business Intelligence Success applied to Healthcare Information Systems,» *Procedia Computer Science*, vol. 121, pp. 483-490, 2017.
- [5] B. Winblad, P. Amouyel, S. Andrieu, C. Ballard, C. Brayne, H. Brodaty, A. Cedazo-Minguez, B. Dubois, D. Edvardsson, H. Feldman y others, «Defeating Alzheimer's disease and other dementias: a priority for European science and society,» *The Lancet Neurology*, vol. 15, n° 5, pp. 455-532, 2016.
- [6] R. Mancino, A. Martucci, M. Cesareo, C. Giannini, M. T. Corasanti, G. Bagetta y C. Nucci, «Glaucoma and Alzheimer disease: one age-related neurodegenerative disease of the brain,» *Current neuropharmacology*, vol. 16, n° 7, pp. 971-977, 2018.
- [7] Alzheimer's Association, «Basics of Alzheimer's Disease,» 2019. [En línea]. Available: https://www.alz.org/national/documents/brochure_basicsofalz_low.pdf. [Último acceso: 12 Junio 2019].
- [8] M. Jansen-Vullers y H. A. Reijers, «Business process redesign in healthcare: towards a structured approach,» *INFOR: Information Systems and Operational Research*, vol. 43, n° 4, pp. 321-339, 2005.
- [9] S. Khodambashi, «Business Process Re-Engineering Application in Healthcare in a relation to Health Information Systems,» *Procedia Technology*, vol. 9, pp. 949-957, 2013.
- [10] E. D. Jacobson, J. O'Hanlon y K. Perillo, «The Role of Senior Centers in Mitigating Alzheimer's and Other Forms of Dementia,» Institute for Public Administration, 2019.

CONTENIDO DE LA REVISTA

Buscar

Ámbito de la búsqueda

Todo

Buscar

Examinar

- [Por número](#)
- [Por autor/a](#)
- [Por título](#)

NÚMERO ACTUAL

RTOM	1.0
RSS	2.0
RSS	1.0

[Inicio](#) > [Anteriores](#) > [Vol. 17, Núm. 34 \(2020\)](#)

VOL. 17, NÚM. 34 (2020)

JULIO-DICIEMBRE 2020

TABLA DE CONTENIDOS

ARTÍCULOS

[Desempeño financiero posterior de fusiones y adquisiciones de empresas públicas mexicanas \(Financial performance after mergers and acquisitions of mexican public companies\)](#)

Viviana Lambretón Torres, Judith Villarreal Escamilla, Ezequiel Montemayor Garza, Juan Lechuga Elizondo, Laura Quiroga Galindo

[Variables relacionadas al rendimiento en el examen general para el Egreso de Licenciatura de Arquitectura, caso Universidad Autónoma de Nuevo León \(Variables related to performance in the general exam for the Bachelor's Degree in Architecture, Autonomous University of Nuevo Leon case\)](#)

Miguel Angel Angel Fitch Osuna, María de Jesús Araiza Vázquez

[Factores clave de rendimiento para optimizar costos en proyectos de empresas manufactureras en Tecate, B.C. México: Una identificación mediante Análisis Factorial y Rho de Spearman](#)

M.A. Angelica Reyes Mendoza, Dr. Juan Rositas Martinez, Dr. Klender Aimer Cortés Alejandro, Dr. Silverio Tamez Garza

[Actualidad y prospectiva del sistema de becas académicas del Gobierno del Estado de Tamaulipas, México 2015-2040](#)

Cynthia Lizeth Ramos Monsivais, Jesús Ricardo Ramos Sánchez

[Guías de diseño para generar flujo de trabajo en proceso de compras \(Design lines to generate workflow in purchasing process\)](#)

Cristel Marisela Fragoso Pacheco, Gilberto Borrego, Ramón Palacio Cinco, Mario A. Nuñez

[Servicio de ayuda de la revista](#)

USUARIO/A

Nombre de usuario/a

Contraseña

No cerrar sesión

Iniciar sesión

NOTIFICACIONES

- [Vista](#)
- [Suscribirse](#)

IDIOMA

Escoge idioma

Español (España) ▾

Entregar

INFORMACIÓN

- [Para lectores/as](#)
- [Para autores/as](#)
- [Para bibliotecarios/as](#)

TAMAÑO DE FUENTE

A⁺ A A⁻



Dra. María Luisa Saavedra García (Universidad Nacional Autónoma de México)

Dra. María Teresa Sorrosal (Universitat Rovira i Virgili)

Dra. Martha del Pilar Rodríguez García (Universidad Autónoma de Nuevo León)

Dra. Mónica Blanco Jiménez (Universidad Autónoma de Nuevo León)

Información adicional

Para mayor información favor de comunicar al Centro de Desarrollo Empresarial y Posgrado de FACPYA (CEDEEM) de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Universidad Autónoma de Nuevo León Av. Universitaria s/n C.P. 66451, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

Tel. +52 (81) 8329.4080 ext. 4431

Tel. directo. +52 (81) 1340.4431

Correo: revinnova.negocios@uanl.mx

Página web: [Página web: http://revistainnovaciones.uanl.mx](http://revistainnovaciones.uanl.mx)

Consejo Editorial de la Revista InnOvaciOnes de NegOciOs.

INDEXACIONES

Latindex

Directory of Open Access Journals (DOAJ)

PKP Index

SJIF: Scientific Journal Impact Factor

InnOvaciOnes de NegOciOs es la revista semestral, editada y publicada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Contaduría Pública y Administración.

Dirección legal: Facultad de Contaduría Pública y Administración de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Av. Pedro de Alba s/n, Cd. Universitaria de la Universidad Autónoma de Nuevo León San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. C.P. 6640. Teléfono: (81) 1340-4430. Fax: (81) 8376-7025.

Taller de Impresión: Impresos Publicarte, Av. Arturo B. de la Garza, No. 4648, Col. San Francisco de Asís, C. P. 64170, Monterrey, Nuevo León, México, Tel: +52 81 83703986.

Legalidad: Título de registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad industrial No: 1172050. Certificado de reserva de derechos ante el Instituto Nacional de Derechos de Autor No: 04-2009-061218273900-102. Certificado de licitud y contenido ante la Secretaría de Gobernación No: 14921. Constancia de número ante la Agencia de ISSN No: 2007-1191.

Para mayor información favor de comunicar al Centro de Desarrollo Empresarial y Posgrado de FACPYA (CEDEEM) de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

InnOvaciOnes de NegOciOs 17(34): 234-253
© 2019 UANL, Impreso en México (ISSN: 2007-1191)
Recepción: 8 julio de 2020 Aceptación: 16 julio de 2020

Guías de diseño para generar flujo de trabajo en proceso de compras (Design lines to generate workflow in purchasing process)

Cristel Fragoso Pacheco, Gilberto Borrego, Ramón Palacio Cinco y Mario A. Núñez

Instituto Tecnológico de Sonora
cristel.fragoso208111@potros.itson.edu.mx

Abstract. Purchase management is the process which responds to the changing demands of the environment, resulting in increased profits for companies. Specifically, purchases in health institutions are becoming more relevant, since these institutions have the challenge of serving with quality, providing timely responses, ensuring security in their purchases, acting efficiently and being in constant innovation. The context in which purchases for health institutions involves growing demand, rapid technological evolution and limited economic and financial resources. Workflow system is a highly supportive tool for the management of any process, it consists of focusing on the procedure of each work activity assigning resources and tasks, making the work more efficient through improving procedures. The main objective of this document is proposal of through the a case study carried out with PADM (Process Analysis Design Methodology) and an analysis of tools found in the market, a design guide to implement a workflow system in the private clinics purchasing process that reduces time and costs.

Key words: BPM, Design guide, Purchase management, Workflow.

JEL: D23, O3,14, O30, O31

Resumen. La gestión de compras puede responder a las demandas cambiantes del entorno y resultar en un incremento en los beneficios para las empresas. Específicamente las compras en instituciones de salud cada vez adquieren mayor relevancia, ya que tienen el reto de atender con calidad, brindar respuestas oportunas, contar con seguridad en sus compras, actuar con eficiencia y estar en constante innovación, teniendo en cuenta el contexto de demanda creciente y exigente, una rápida evolución tecnológica, con recursos económicos y financieros generalmente limitados. El sistema flujo de trabajo es una herramienta de gran apoyo para la gestión de cualquier proceso, consiste en enfocarse en el procedimiento de cada actividad de trabajo asignando recursos y tareas, logrando que el trabajo sea más eficiente a través de la mejora de los procedimientos. Es por ello que el presente documento es un estudio de caso llevado a cabo mediante una metodología no

Guías de diseño para generar flujo de trabajo

experimental, la utilizada es PADM (Process Analysis Design Methodology) y un análisis de herramientas que se encuentran en el mercado el cual propone una guía de diseño para implementar un flujo de trabajo en el proceso de compras de clínicas privadas que disminuya tiempos y costos.

Palabras clave: BPM, Flujo de trabajo, Gestión de compras, Guía de diseño.

Introducción

El comportamiento de los mercados presenta cambios constantes, lo cual obliga a las empresas a crear estructuras más flexibles para adaptarse a esos cambios, para ello deben prepararse y poder suministrar lo que los clientes demanden (Montoya, 2002). La sistematización de los procesos de las empresas, es una labor de gran impacto, de la que se puede ocupar eficazmente con la tecnología informática, desarrollando sistemas como el de flujo de trabajo conocido como workflow. El concepto de flujo de trabajo se originó pensando en la automatización de fabricación y de labores de oficinas, la idea es enfocarse en el procedimiento de cada actividad de trabajo asignando recursos y tareas, logrando que el trabajo sea más eficiente a través de la mejora de los procedimientos (Jiang et al., 2015).

Por su parte Salamanca y Gravito exponen un aplicativo informático que se basa en metodología Business Process Management (BPM)(Jiménez et al., 2007), el cual J. Freund, B. Rücker y Hitpass lo definen como una “Disciplina de gestión por procesos de negocio y de mejora continua apoyada fuertemente por tecnología de información” (Freund et al., 2017), Salas y Campoverde agregan que flexibiliza el modelado y se facilita la comprensión y automatización del proceso (Salas & Campoverde, 2019); y el workflow, donde muestra los múltiples beneficios que se obtuvieron al implementar ambos en el aplicativo informático, tales como incremento en la productividad de su capital humano, eliminando actividades repetitivas en la gestión de documentos, incremento en la efectividad y reducción en el tiempo de sus procesos administrativos, resultando en una satisfacción de las personas involucradas (Jiménez et al., 2007).

A parte de la metodología y el aplicativo antes mencionados, también existen plataformas y aplicaciones que brindan soporte al proceso de compras, así como software en la nube para digitalizar y centralizar la información del departamento de compras. Las plataformas y aplicaciones ayudan a simplificar y automatizar la gestión diaria del proceso, a disponer de

herramientas de análisis y negociación con proveedores, para obtener mejores resultados y optimización del tiempo de los procesos. Algunas de esas plataformas son BidDown (<https://biddown.com>), Yaydoo (<https://www.yaydoo.com/es>), Monday (<https://www.monday.com>, y Wrike (<https://www.wrike.com/es>).

Una buena gestión de las compras puede responder a demandas cambiantes y resultar en un incremento de los beneficios en la empresa (Andino, 2006). El sector salud no es ajeno a esta realidad de demandas cambiantes, por lo que las compras hospitalarias cada vez adquieren una mayor relevancia en los planes y estrategias de dichas instituciones, ya que tienen el reto de atender con calidad, brindar respuestas oportunas, contar con seguridad en sus compras, actuar con eficiencia y estar en constante innovación, teniendo en cuenta el contexto de demanda creciente y exigente, una rápida evolución tecnológica, y con recursos económicos y financieros generalmente limitados (Camacho et al., 2012). Es por ello que se necesita de aplicaciones cada vez más complejas y destinadas a usuarios con más exigencia y con perfiles más variados, la personalización de las aplicaciones y su adaptación en función de la plataforma o del contexto en las que se ejecutan, se encuentran entre los requisitos principales a cumplir (Inglés-Romero & Vicente-Chicote, 2012).

Para la creación de dichas aplicaciones, los desarrolladores pueden utilizar un documento llamado guías de diseño que les sirve de soporte en la construcción de los sitios web (Beltrán & García, 2018). El objetivo de este documento es plasmar una guía de diseño con los principales componentes de un workflow para el proceso de compras hospitales privados.

El resto del artículo se estructura de la siguiente forma. En la sección 2 se presenta una breve revisión de literatura sobre el sistema workflow. La sección 3 describe el método utilizado para llegar a la guía de diseño. La sección 4 presenta los resultados obtenidos con respecto al método y con base en ellos, la guía de diseño resultante. Por último en la sección 5 se proporcionan algunos comentarios finales y futuras investigaciones.

Marco teórico

Actualmente nos encontramos en un entorno volátil, incierto, complejo y ambiguo, el cual da pie a un entorno competitivo donde debe haber una

adaptación tecnológica para poder prosperar en estos cambios del ambiente en tiempo y forma (Haposan et al., 2020). Dhir y Mital (2013) proponen que las organizaciones deben tomar continuamente ventaja de las oportunidades de mercado en evolución, y reaccionar rápidamente a cualquier cambio o evoluciones en el mercado (Dhir, 2018). Es por ello que se necesita de sistemas y tecnologías complementarias para los procesos, que aporten un carácter dinámico, y que proporcione un flujo constante durante el desarrollo de las actividades, y se trata de los workflow, herramientas que automatizan los procesos de la organización (Rodríguez & González, 2002).

Un estudio realizado sobre la gestión de compras de una cooperativa agraria (Gómez, 2013), aborda el tema de la implementación de workflow para mejorar la gestión de compras de suministros, automatizando los procesos de trabajo y generando control en las diferentes etapas donde los documentos y la información se mueven entre los involucrados del proceso. Los beneficios que muestran son reducción de costos, pues al evitar los tiempos muertos con la automatización de las tareas relevantes, se aumenta el rendimiento de los trabajadores, además, las tareas costosas como la búsqueda, comparativa, análisis y envío de documentos pasa ahora a manos del sistema workflow.

Por su parte Orellana (en su trabajo de tesis menciona que Videnza Consultores (2018), observaron costos ocultos causados por la falta de planeación en la programación de las compras, que, a su vez, ocasionaron retrasos en la preparación, afectando la etapa de ejecución ya que se generan retrasos en las emisiones de órdenes de compras y en los pagos (Orellana, 2018).

De lo anterior expuesto, resalta la importancia de adaptarse al comportamiento del entorno con un sistema workflow que automatiza los procesos, aumentando los beneficios reduciendo costos, aumentando el rendimiento de trabajadores, eliminando retrasos, sólo por mencionar algunos en términos generales. Uno de los trabajos más relacionados colecta definiciones del significado de workflow por parte de varios autores y mencionan los múltiples beneficios del sistema, el antes mencionado trabajo de Gómez (2013) ese enfoca en mejorar la gestión del proceso de compras de una cooperativa agraria de España por medio de workflow. Sin embargo, no se encontró ninguna guía de diseño en la cual los desarrolladores de software que den soporte en los hospitales puedan apoyarse para

implementar el sistema workflow como herramienta para facilitar la automatización del proceso de compras adoptando las medidas indicadas a partir de un previo análisis. El contar con guías de diseño sería un recurso muy útil para los diseñadores ya que en ella encontrarían detalladamente puntos relevantes a incluir en el sistema.

Método

En esta sección se presenta la metodología utilizada en este estudio de caso para obtener las guías de diseño. El alcance dentro de este artículo es llegar a la propuesta de las guías de diseño, para lograrlo se hizo uso de una metodología no experimental, en la que se observa el fenómeno, en este caso el proceso, tal como se da en su contexto natural para ser analizado (Hernández et al., 2014). La metodología se divide en dos etapas, en la primera etapa se aplica la metodología para el análisis y diseño de procesos (PADM- Process Analysis Design Methodology) con la que se analizará cada una de las actividades del proceso de compras, tiempo total del proceso y el costo con respecto a horas hombre en una jornada laboral, y en la segunda etapa se realiza un análisis de plataformas existentes en el mercado.

La metodología PADM cuenta con un marco extensible, flexible, y por lo tanto adaptable, consta de 4 fases (Martinez & Cegarra, 2014):

1. Captura
2. Modelado
3. Análisis y evaluación
4. Rediseño

Sujeto

El sujeto de estudio de este proyecto, se enfoca al área de compras de una clínica hospital privada, específicamente en sus procesos de compras de cuadro básico y compras especiales, dónde en la gestión de dichas compras se maneja diariamente diferentes cantidades de información física y digital, sus procesos y procedimientos no están estandarizados ni documentados, por lo que se considera necesaria la implementación de un sistema Workflow.

La información fue proporcionada por el gerente de compras, el director administrativo, el almacenista y por la persona responsable de auditoría interna.

Materiales

Los materiales y herramientas necesarias para recolectar la información del proceso en estudio fueron los siguientes:

- Entrevistas semi-estructuradas, donde se pregunta a detalle por las actividades que comprenden los procesos de compras y compras especiales, las personas que intervienen, los roles, y las principales problemáticas que se presentan.
- Sistema modelador Bizagi (<https://www.bizagi.com>). Bizagi es un modelador de procesos que permite representar de forma esquemática todas las actividades y decisiones que se toman en el negocio. Con una interfaz que recuerda a Microsoft Office, Bizagi Process Modeler cumple con el estándar BPMN (Business Process Management Notation). Es gratuito, intuitivo y potente software de modelamiento de procesos.

Procedimiento

Una vez realizadas las reuniones iniciales con la empresa para expresar los intereses de cada una de las partes y establecer el acuerdo de colaboración, el procedimiento seguido en la primera etapa fue de acuerdo a las fases de la metodología PADM:

- 1) Captura: En esta etapa se obtiene información del proceso, del cómo se lleva a cabo, con herramientas como entrevistas semiestructuradas, observación, y obtención de documentos relevantes al proceso. De esta etapa se obtiene la descripción a detalle del proceso, en el que se identifican las responsabilidades de los involucrados y los tiempos de las actividades.
- 2) Modelado: Para modelar se usan técnicas diagramáticas, con el fin de analizar lo más relevante del proceso, como las actividades, su coordinación, el personal involucrado, los roles, los tiempos, interacciones, sistemas utilizados, etc. En esta etapa, se presenta el modelado del proceso a las personas involucradas para validar la

información y corregir si es necesario. Las técnicas diagramáticas tienen un soporte por medio de herramientas de software para poder analizar los modelos, las técnicas utilizadas fueron Gráfica rica, Diagrama Rol-Actividad (RAD), IDEF0 y BPMN (Business Process Management Notation), éste último es el usado como base de estudio para correr una simulación en el software de Bizagi.

- 3) Análisis y evaluación: En esta etapa se verifica que el modelo describa correctamente el proceso. Es muy importante realizar esta parte de la fase ya que sin un correcto análisis se podría tener información faltante, o incorrecta, lo que nos llevaría a tomar decisiones erróneas para el rediseño. Al realizar el análisis y la evaluación del proceso se podrán detectar actividades como duplicidad de información o tareas, o actividades irrelevantes. También es importante preguntar a los involucrados qué problemas detectan ellos, aquí se revisa el recurso humano, los tiempos, capacidad, estructura tecnológica, entre otros. El resultado final debe ser la comprensión de la necesidad de mejoría y el alcance de la mejoría, que signifique resultados satisfactorios para la empresa.
- 4) Rediseño y propuesta de mejora: Aquí los cambios o rediseños de actividades del proceso se hacen con el fin de proponer mejoras al mismo, en esta fase se proyectan primero mediante un modelado, las mejoras del proceso, principalmente eliminando actividades que no agregan valor, y se crea una simulación de la propuesta en bizagi para validarlo con el personal involucrado en el proceso.

Para la segunda etapa se seleccionaron aplicaciones que utilizan workflow, tomando como base las principales necesidades detectadas en la fase 4 de la primera etapa de la metodología, partiendo del análisis de las aplicaciones se realizó un aglomerado de las principales funciones que debe de tener el sistema workflow de un proceso de compras en hospitales privados para ser plasmados posteriormente en una guía de diseño.

Resultados

Análisis, evaluación y rediseño

Con la aplicación de la metodología PADM en este caso de estudio se obtuvieron los siguientes resultados.

El proceso inicia cuando se detecta la necesidad de que un bien o servicio debe ser adquirido y finaliza cuando se cumplen las obligaciones establecidas con los proveedores. Los procesos de compras se dividen en dos: compras de medicamento de cuadro básico, son fármacos que se pueden prescribir en la clínica con autorización del Consejo de Salubridad General (Instituto Mexicano del Seguro Social, s/f), y en compras especiales, las cuales son cualquier necesidad de compra fuera del medicamento de cuadro básico, pudiera ser equipo médico, mobiliario, instrumentos, etc.

El área de compras hace uso de un módulo entro del sistema ERP (Enterprise Resource Planning), el cual se define como un “sistema de planificación de los recursos y de gestión de la información que de una forma estructurada puede satisfacer la demanda de las necesidades de la gestión empresarial” (Muñiz & Prat, 2003), con ellos las empresas reducen costos y aumentan su eficiencia, estandarizando, racionalizando y agilizando los procesos de negocio (Conceição & Gonzalez, 2010). El sistema ERP de la clínica llamado Sistema Hospital Integral (SHI), fue desarrollado por un empleado de la empresa, actualmente no cuenta con un módulo para compras, y no es compatible con dispositivos móviles. El área de compras hace uso de ventanas relacionadas con el módulo de inventario, también hace uso de una plataforma externa llamada Bionexo (<https://beta.bionexo.com>), la cual es un Marketplace de negocios para el área de salud, posee un conjunto de soluciones digitales que permiten a las instituciones de salud realizar la gestión online de todo su proceso de compras y abastecimiento, la clínica utiliza esta plataforma únicamente para solicitar cotizaciones y realizar algunas compras.

Las actividades identificadas en los procesos de compas y compras especiales se muestran en la Figura 1. También se obtuvieron las áreas o departamentos que en algún punto tienen participación con el proceso, las cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de áreas que intervienen en el proceso de compras

Área	Descripción
Cualquier área emisora de solicitud de compra	Enfermería, Administración, Dirección, Laboratorio, Intendencia, Mantenimiento, Farmacia
Compras	Gestionar la compra y adquisición de todos los suministros con los que opera el hospital (material médico quirúrgico, equipo médico, materiales de papelería e intendencia, así como los medicamentos que son de vital importancia para nuestros pacientes).
Almacén	Recibe y revisa los materiales, repuestos, equipo médico y otros suministros que ingresan al almacén, acomodando los materiales por fechas de caducidad evitando tener suministros que estén próximos a caducar. Surtiendo los materiales solicitados por farmacia para el cumplimiento de las necesidades de los pacientes.
Dirección administrativa	Planea, organiza y controla las actividades de la empresa, con el objetivo de apoyar a generar mayor rentabilidad, realizar toma de decisiones en forma oportuna y confiable en beneficio de la operación de la empresa. Crea lineamientos de control, análisis financiero, supervisar cumplimiento de políticas, y sinergia con las demás áreas operativas para lograr los objetivos.

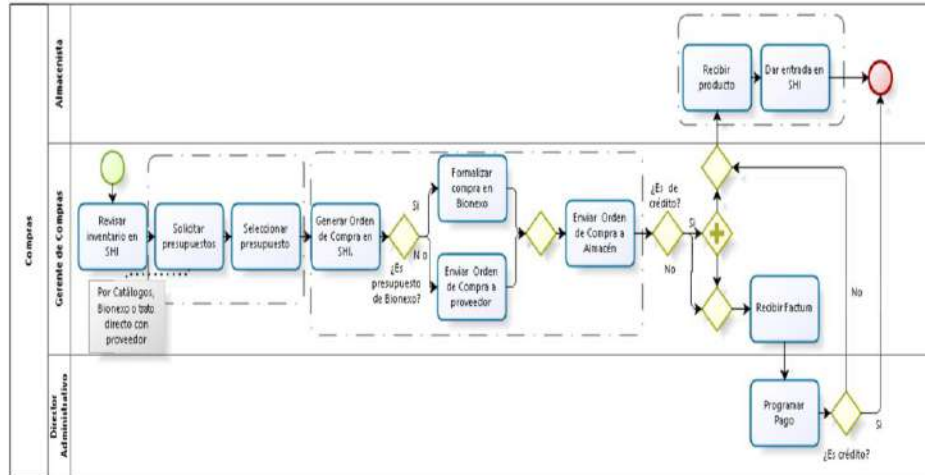
Fuente: Elaboración propia.

Con la información obtenida de la fase de captura se modelaron los procesos de compras y compras especiales con diferentes técnicas, para fines de análisis se utilizaron los diagramas BPMN, los cuales se muestran en la Fig. 1 y Fig. 2.

Al realizar la simulación del proceso real de compras de cuadro básico, mostrado en la Figura 1, se encontró que el proceso tiene una duración de 3 días, 11 horas, 40 minutos, y un costo de horas hombre de \$2,833.33, al analizar esta parte del proceso se encontró con tiempo invertido en el tráfico de documentos en físico, inconsistencias en inventario, actividades manuales

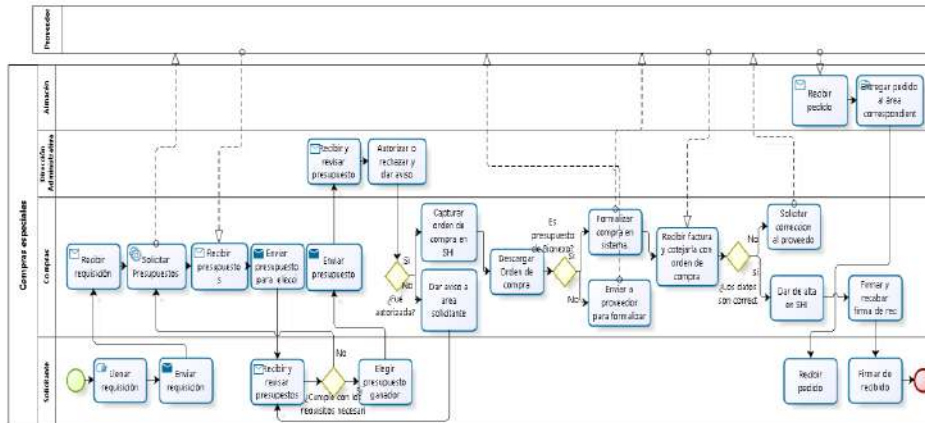
que pudieran ser automatizadas, y tiempo de espera para la recepción de presupuestos.

Figura 1. Diagrama de proceso de compras



Fuente: Elaboración propia utilizando el software Bizagi modeler

Figura 2. Diagrama de proceso de compras especiales



Fuente: Elaboración propia utilizando el software Bizagi modeler

En la simulación y análisis del proceso real de compras especiales mostrado en la Figura 2, se obtuvo una duración de 9 días, 5 horas, 5 minutos, con un costo de \$ 6,120.83, este proceso presenta las mismas actividades que no generan valor del proceso de compras de cuadro básico, sumado a un tráfico de información mediante intermediarios, y esperas en autorizaciones de las cotizaciones y los presupuestos. De manera más específica se detectó lo siguiente:

- Las requisiciones son llenadas y entregadas de manera física y a mano, lo que ocasiona que el personal salga de su área de trabajo, y acumulación de papel para su traslado.
- Las cotizaciones se realizan de diferente manera, dependiendo del tipo de compra que se vaya a realizar, puede ser por sistema Bionexo o directamente con el proveedor.
- El llenado de orden de compra se realiza en físico y a mano, también es llenado digitalmente en el SHI, el cual tiene que ser descargado para luego enviarse al proveedor, en caso de no ser compra de Bionexo, en caso de ser compra de Bionexo es enviado directamente desde la plataforma al formalizar la compra aceptando el presupuesto del proveedor seleccionado como el mejor.
- En caso de compras especiales, una vez recibidas las cotizaciones son enviadas al área solicitante para su aprobación, una vez aprobada se le regresa al encargado de compras, y este la envía al director administrativo para su última aprobación, en caso de ser rechazado por alguno, se repite la operación con otra cotización. Esta parte del proceso genera muchos tiempos de espera, ya que el área solicitante o el director administrativo debido a su carga de trabajo pueden tardar de uno, dos o hasta tres días en contestar con aprobación, esto genera un retraso en lo consecutivo del proceso.
- Una vez realizada la compra, al llegar el producto la factura se coteja manualmente, revisando que todos los datos estén correctos y coincida con los datos especificados en la orden de compra, posteriormente se le da entrada al SHI.
- Para poder solicitar cotizaciones de medicamento del cuadro básico, primero se tiene que realizar una revisión de mínimos y máximos en SHI, una vez seleccionados manualmente los productos que están en su mínimo, se

hace una lista para poder subirla al sistema Bionexo, todas estas actividades manuales requieren de tiempo y cuidado específico.

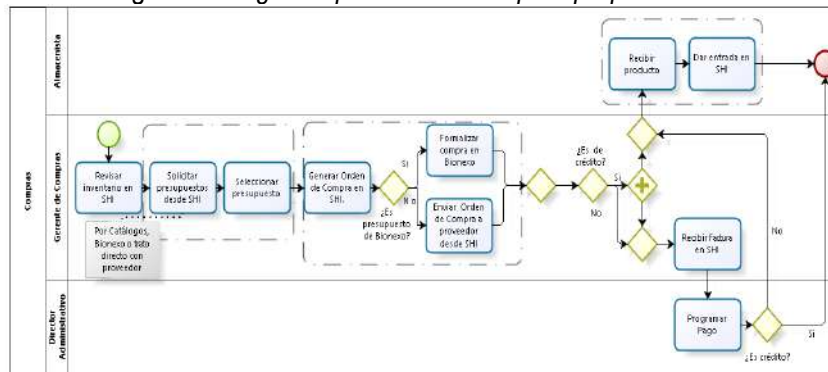
Con base en el análisis realizado se propone lo siguiente:

- Integrar módulo de requisiciones en Sistema Hospital Integral, para eliminar el formato en físico y el traslado del personal.
- Integrar solicitud de cotizaciones desde SHI para que todas las cotizaciones se realicen desde ese sistema. Además, agregar una restricción de tres cotizaciones para poder realizar orden de compra, así se asegura que realmente se estén solicitando cotizaciones a varios proveedores.
- Sistema de alertas en SHI, donde todos los involucrados estén informados de en qué estado se encuentra el proceso, quien está tardando en realizar lo que le corresponde y el mismo sistema esté mandando las alertas a las personas involucradas o responsables, de esos estados, y cuando llegue un nuevo formato o actividad.
- Automatizar la validación de factura electrónica con orden de compra como respaldo, dentro de SHI. La factura electrónica es un comprobante fiscal digital que se genera mediante internet (CFDI) se compone de dos documentos un XML y un PDF, es emitido a través del Servicio de Atención Tributaria en México para que se tenga registro de lo que una empresa o comerciante vende. La validación consistiría en anexar formato XML al recibirlo del cliente, y el sistema lo comparará con la orden de compra generada correspondiente a esa compra y con los datos fiscales de la clínica (*Factura electrónica, s/f*).
- Enlace desde SHI al sistema Bionexo, para eliminar los tiempos de revisión de inventarios y selección de producto por producto, con este enlace automáticamente se cargarían los productos que se encuentran en mínimos al sistema Bionexo para solicitar.

Se realizó el diagrama con la simulación de tiempos y costos aplicando los cambios propuestos mostrados a continuación en la Fig.3 correspondiente al proceso de compras, y Fig.4 correspondiente al proceso de compras especiales. Al realizar la simulación se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 2 donde se puede observar que los tiempos y costos disminuyeron en ambos procesos tal como los resultados obtenidos por

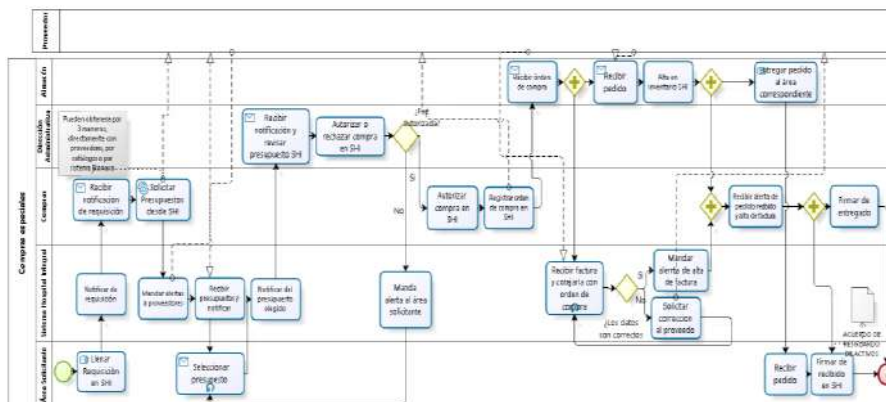
Gómez (2013), por una vez que se realiza el proceso de compra de cuadro básico se reduce un 11% el costo de horas hombre y un 0.99% el tiempo total, cabe resaltar que es la reducción de una sola corrida del proceso el cual se realiza diariamente.

Figura 3. Diagrama proceso de compras propuesto



Fuente: Elaboración propia usando el software Bizagi modeler

Figura 4. Diagrama proceso de compras especiales propuesto



Fuente: Elaboración propia usando el software Bizagi modeler

Tabla 2. *Tiempos y costos obtenidos en las fases de modelado y rediseño*

		Proceso	Propuesta	Diferencia	% producción
Compras	Costo Unitario	\$ 2,833.33	\$ 2,500.00	\$ 333.33	11.76%
	Tiempo total	3d 11h 40m	3d 10h 50m	50m	.99%
Compras especiales	Costo total	\$ 6,120.83	\$ 3,634.03	\$ 2,486.80	40.62%
	Tiempo total	9d 5h 5m	7d 1h 48m 49s	2d 3h 16m 49s	23.29%

Fuente: Elaboración propia

Para el proceso de compras especiales se tiene una reducción de costos de horas hombre del 40.62% y un 23.29% del tiempo total.

Guías de diseño

Una vez realizada la simulación de las propuestas para el caso de estudio, esta sección se muestra una serie de recomendaciones generales de diseño obtenidas a partir del análisis de las necesidades del caso de estudio y del análisis de diferentes plataformas como Monday, BidDown y Wrike, aplicaciones que utilizan workflow como herramienta.

1) Línea del tiempo

Se propone que se muestre una línea del tiempo dónde cada persona que interviene en el proceso tenga acceso a ella, y pueda visualizar en qué punto se encuentra el proceso, y el estado de cada actividad dentro de él, con ello se tendría información clara para cualquier interesado en el proceso y sobre todo detectado siempre quien es la persona responsable de que el proceso esté detenido en caso de que esto sucediera. Por ejemplo, en el proceso estudiado de compras especiales hay dos actividades donde se tiene que esperar autorización de la actividad, en caso de que al responsable se le olvide autorizar, puede retrasarse días la llegada del producto a comprar, sin la información de la línea del tiempo, nadie tiene conocimiento del retraso, ni el motivo, ni el responsable de ello.

2) Cronograma

Agregar fechas de inicio y plazos específicos para las actividades que lo requieran, así como las vistas del cronograma del proceso. Con este punto es donde se especifica a cada responsable de la actividad, cuanto tiempo tiene para realizarla, y todos los integrantes e interesados del proceso tienen visibilidad de ello.

3) Prioridad

Facilidad de agregar grados de prioridad tanto al proceso como a cada actividad: Alta, media, o baja. Con ello todos los responsables del proceso tienen conocimiento de la prioridad que debe tomar su actividad, debido a que no todas las compras son del mismo producto ni tienen la misma prioridad, incluso un mismo producto puede cambiar de prioridad dependiendo la situación.

4) Asignar tareas

Asignar un responsable a cada actividad, dónde automáticamente se le envía una notificación con la información relevante (prioridad y plazos) al momento de la asignación. En el proceso estudiado las personas tienen sus actividades asignadas informalmente, ellos saben lo que tienen que hacer, pero no hay ningún documento o sistema que se los estipule, al momento de asignar las tareas en el sistema queda registrado el responsable de cada actividad, sobre todo porque a excepción del encargado de compras para los demás involucrados este proceso no se encuentra entre sus actividades primordiales, por lo que pueden ir dejando pasar su responsabilidad dentro del proceso de compras y retrasarlo.

5) Comunicaciones

Interfaz y automatización para el envío de documentos, alertas, menciones y mensajes con opciones de respuesta. Esto ayudará a disminuir tiempos en la comunicación, eliminar traslados, y documentación en físico. En el proceso estudiado se entregan formatos en físico, hay actividades de espera por autorización en la que si no se obtiene respuesta es necesario enviar un correo o realizar una llamada para apurar la respuesta por parte de la persona encargada de autorizar para poder continuar con el proceso, es lo que se busca eliminar con este punto.

6) Integración

Habilitar integración con otras aplicaciones, plataformas o herramientas de gestión y comunicación (correo electrónico, plataformas de proveedores, etc.), para que dentro del mismo sistema se puedan recibir y enviar correos, documentos, y mensajes sin tener que salir de él. En el proceso se observó que hay muchas actividades donde el responsable de compras tiene que descargar documentos como las cotizaciones, órdenes de compra o facturas, para después enviarlas por correo a quien corresponda, con este punto

podría enviarlo directamente desde el sistema a la plataforma que más convenga para el proceso, ya sea correo electrónico o plataforma del proveedor, por mencionar algunos. Logrando así centralizar la información del departamento de compras en el sistema, que es lo que ofrecen todas las plataformas analizadas.

7) Catálogo de proveedores

Crear una agenda homologada de proveedores, dónde se puedan agregar y evaluar aspectos de interés para el proceso de compra (producto, satisfacción, condiciones de pago, porcentajes de descuentos, etc). Actualmente en el proceso cuentan con una agenda de proveedores, pero lo que desconocen son los porcentajes de descuento con los que cuentan con cada uno, o si ya consumen el estimado necesario para acceder a un descuento mayor, ya que los proveedores manejan su descuento por cantidad de consumo.

8) Cotizaciones y órdenes de compra

Poder solicitar cotizaciones y enviar órdenes de compra a los proveedores desde el sistema, así como crear un historial y seguimiento de ellas. Para el proceso de compras estudiado, no se cuenta con un sub proceso estandarizado, ya que las cotizaciones que se realizan directamente con el proveedor, por la plataforma Bionexo, o por los catálogos, no se cuenta con un registro de ellos, y en el caso de las compras especiales, solo se guarda cuando el producto comprado tiene un costo muy elevado. En el caso de las órdenes de compras como antes se mencionó, se realizan en formato en físico y después en el sistema. Al implementar la cotización y orden de compra desde el sistema se contará con el historial de cada una de ellas, y en caso de ser necesario dar seguimiento.

9) Agenda electrónica

Facilidad de cargar agenda de contactos, y de invitar a través del sistema aquellos contactos que desee.

10) Reportes

Posibilidad de generar reportes de todo aquello que ocurre en los procesos, poder visualizar el progreso de cada tarea, comparar resultados con resultados anteriores, presupuestos, descuentos obtenidos, cronogramas, líneas del tiempo, etc. Este apartado es uno de los principales elementos de la plataforma Monday, dónde se hace recuento de todo lo realizado, y se encuentra a disposición de los interesados, porcentajes,

tiempos totales, comparación entre procesos realizados, tiempos de espera, toda la información importante para la toma de decisiones y posibles mejoras del proceso.

Con los puntos mencionados de la guía de diseño se cumplen a los beneficios que muestra Gómez (2013) en su estudio, donde al implementar el sistema workflow se mejora la gestión de compras, logrando automatizar los procesos de trabajo, y así generar control en todas las etapas del proceso donde los documentos y la información se mueven entre los involucrados, reduciendo costos y aumentando el rendimiento de los trabajadores ya que tareas como la búsqueda, reportes para análisis, envío de documentos, pasa ahora a manos del sistema workflow. Además cumpliendo con una buena gestión de compras la empresa puede responder a demandas cambiantes y resaltar en más beneficios como lo menciona Andino (2006).

Conclusiones

En este artículo se presentó un estudio siguiendo la metodología PADM con los que se obtuvieron resultados de cómo se encontraba el proceso de compras, que llevaron a un análisis de herramientas en el mercado que establecen un flujo de trabajo donde se automatizan los procesos, se asignan tareas y prioridad de ellas, se integran aplicaciones, contando con alertas y con acceso la información de manera sencilla y en tiempo real, eliminando documentación en físico, así como poder visualizar el progreso de cada proceso; los cuales en estos momentos no se toman en cuenta y son vitales para optimizar los procesos a los que se apliquen.

Con las guía de diseño propuestas, la clínica podría implementar un sistema de flujo de trabajo en su proceso de compras, logrando disminuir tiempos y costos tal como se menciona en el trabajo de Gómez (2013). Las guías de diseño se obtuvieron a partir de los resultados y analizando otras herramientas en el mercado que apoyan la gestión de compras, de las que se obtuvieron los requerimientos del sistema de acuerdo al proceso de compras de una clínica privada.

Con la metodología PADM se pudo documentar y mapear el proceso, para analizar y detectar las mejoras que pudieran implementarse y crear un flujo de trabajo, automatizando los procesos y generando control en las diferentes etapas donde los documentos y la información se mueven entre

los interesados (Gómez, 2013), integrándolas en un único entorno, lo cual ayuda a las organizaciones a crear estructuras de adaptación tecnológica para prosperar ante cambios o evoluciones en el mercado (Haposan et al., 2020).

El objetivo de las guías presentadas fue identificar y establecer los principales requerimientos para un flujo de trabajo en el proceso de compras de un hospital privado y sus beneficios. A parte de beneficiar directamente al proceso de compras y a las personas involucradas, la clínica puede obtener más beneficios en otras áreas, como seguridad para los doctores y pacientes de que lo que receten siempre se encontrará disponible en la farmacia de la clínica, un orden y disponibilidad de documentos y alertas para que se realicen los pagos a los proveedores en tiempo y forma, un mayor flujo de efectivo ya que con el seguimiento y comparación entre proveedores se obtienen mayores descuentos, por lo tanto menor gasto y mayor ganancia en el medicamento.

Las guías de diseño presentadas pueden ser aplicada a otros hospitales privados sin necesidad de repetir la metodología PADM, incluso como trabajo futuro se pretende presentar para otros procesos, así como la implementación de la guía, primero elaborando las interfaces para que los usuarios la evalúen, realizando las correcciones en caso de necesitarlas y así poder con la implementación, seguimiento y análisis del sistema, lo que tendría un impacto exponencial en el hospital que lo implemente.

Las guías de diseño son una oportunidad para los hospitales privados de contar con un recurso en el cual basarse para comenzar con la automatización de sus procesos en la que encontrarán los elementos principales para lograr un flujo de trabajo y el beneficio que cada uno representa, otra oportunidad de estudio sería para el caso de hospitales públicos ya que los hospitales públicos realizan sus compras cada año con un proceso denominado compras consolidadas, las cuales se realizan por licitaciones y adjudicaciones, en el cual interviene el gobierno de México, la política de combate a la corrupción, la Oficialía Mayor de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en coordinación con el Sector Salud (Presidencia de la República, 2019).

Referencias

Andino, R. (2006). Gestión de inventarios y compras. En *eoi Escuela de Negocios* (p. 73).

- http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45152/componente45150.pdf
- Beltrán, B. A. G., & García, A. G. (2018). Guías De Diseño Web Para Facilitar El Acceso a La Información Desde Teléfonos Inteligentes. *Pistas Educativas*, 39(128), 586–606. <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1183>
- Camacho, H. C., Lorena, K., Espinosa, G., & Arboleda, U. S. (2012). Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones. *LACCEI*, 10.
- Conceição, P., & Gonzalez, F. (2010). Maximizing the benefits of ERP systems. *Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, 7(1), 5–32. <https://doi.org/10.4301/S1807-17752010000100001>
- Dhir, S. (2018). *Flexible Strategies in VUCA markets* (S. Dhir (ed.)). Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-10-8926-8>
- Factura electrónica.* (s/f).
- Freund, J., Rücker, B., & Hitpass, B. (2017). *BPMN Manual de Referencia y Guía Práctica* (5a ed.).
- Gómez, V. (2013). *La implantación de un sistema workflow para la mejora de gestión de compras del grupo ANECOOP.* <http://hdl.handle.net/10251/35076>
- Haposan, C., Hussein, F., Barkah, A., Prihatma, O., & Putra, B. (2020). An analysis on the importance of motivation to transfer learning in VUCA environments. *Management Science Letters*, 10, 271–278. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.9.005>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (McGraw-Hill (Ed.); 6a ed.). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Inglés-Romero, J. F., & Vicente-Chicote, C. (2012). Guías de diseño para sistemas adaptativos basados en componentes. V *Jornadas de introducción a la investigación de la UPCT*, 96–98. <http://repositorio.upct.es/handle/10317/3268>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (s/f). *Medicamentos.* <http://www.imss.gob.mx/profesionales-salud/cuadros-basicos/medicamentos>
- Jiang, J. S., Yang, B., & Miao, Z. M. (2015). A workflow task assignment method based on the properties of task and user. *Computer Simulation*, 32, 222–225. https://www.jstor.org/stable/26543031?read-now=1&seq=5#page_scan_tab_contents
- Jiménez, A. P., Salamanca, P. A., & Garavito, L. A. (2007). Sistema de información orientado a procesos de negocio y flujos de trabajo en la Universidad Nacional de Colombia . Perspectivas y caso de estudio A business management- and workflow-orientated information system in the Universidad Nacional de Colombia: *Ingeniería e investigación*, 27(3), 193–202.
- Martínez, A., & Cegarra, J. G. (2014). *Gestión por procesos de negocio: organización horizontal.*
- Montoya, A. (2002). *Conceptos modernos de administración de compras* (Norma (Ed.); 19a ed.). <http://xurl.es/zq5bq>
- Muñiz, L., & Prat, R. (2003). La implantación de sistemas tipo ERP: Su efecto sobre la organización y los recursos humanos. *Partida doble*, 150, 32–45.
- Orellana, S. D. G. (2018). *Evaluación de las compras corporativas de medicamentos en el sector salud , Lima 2014 - 2016* [Universidad César Vallejo].

- http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12986/Orellana_YSDG.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Presidencia de la República, P. (2019). *Compra consolidada de medicamentos y material de curación 2020*. [Comunicado de prensa]. <https://www.gob.mx/presidencia/prensa/compra-consolidada-de-medicamentos-y-material-de-curacion-2020>
- Rodriguez, J., & González, J. (2002). Integración de las tecnologías de flujo de trabajo y gestión documental para la optimización de los procesos de negocio. *Ciencias de la Información*, 33(3), 17–28. <https://docplayer.es/7244726-Integracion-de-las-tecnologias-de-flujo-de-trabajo-y-gestion-documental-para-la-optimizacion-de-los-procesos-de-negocio.html>
- Salas, G., & Campoverde, M. (2019). Proceso de Gestión de Asistencia Técnica. Caso de estudio: Hospital General Isidro Ayora de Loja, Ecuador. *Dominio de las ciencias*, 5, 159–183. <https://doi.org/10.23857/dc.v5i3.930>

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA

AVIIES 2019

Año 5, número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la Edición del volumen
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Colaboradores en la edición:
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Ramón René Palacio Cinco
Dr. Joaquín Cortez González
M. C. Sonia Regina Meneses Mendoza



Difusión vía red de cómputo

Noviembre del 2019



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

AVANCES DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA EN EL ESTADO DE SONORA, Año 5 Núm 1, octubre de 2019, 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 Av. Universidad Núm. 1200, Colonia Xoco, Delegación Benito Juárez, C.P. 03330, Ciudad de México, Tel. 5536017500, Correo electrónico: d_vinculacion@tecnm.mx. Editor Responsable: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias. 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. Oscar Mario Rodríguez Elias, en colaboración con, Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Ramón René Palacio Cinco y Dr. Joaquín Cortez González, M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza, 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, 31 de octubre de 2019.

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 5, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias

Colaboradores en la edición:
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Ramón René Palacio Cinco
Dr. Joaquín Cortez González
M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora

Año 5, Número 1

ISSN: 2448-7473

Responsable de la edición del volumen:

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias

Colaboradores en la edición:

Dr. Mario Barceló Valenzuela

Dr. Alonso Pérez Soltero

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dr. Joaquín Cortez González

M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza



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



Posgrado en
Ingeniería Industrial



Maestría en Ciencias
de la Ingeniería
Maestría en Administración de las
Tecnologías de la Información
Maestría en Ingeniería en Sistemas

Octubre 2019

ISSN: 2448-7473

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 5, Número 1.

Responsable de la edición del volumen: Dr. Oscar Mario Rodríguez
Elias

Colaboradores en la edición: Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr.
Alonso Pérez Soltero, Dr. Ramón René Palacio Cinco, Dr. Joaquín
Cortez González, M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza

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
Tecnológico Nacional de México
Maestría en Ciencias de la Ingeniería
Maestría en Administración de las Tecnologías de la Información
Maestría en Ingeniería en Sistemas
Instituto Tecnológico de Sonora

Avances de Investigación en Ingeniería en el Estado de Sonora,
Año 5, Número 1.

2019: Hermosillo, Sonora (México).

Responsable de la edición del volumen: Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías

Colaboradores en la edición: Dr. Mario Barceló Valenzuela, Dr. Alonso Pérez Soltero, Dr. Ramón René Palacio Cinco, Dr. Joaquín Cortez González, M.C. Sonia Regina Meneses Mendoza

Octubre de 2019

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

2019.

264 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.

Av. Universidad Núm. 1200,

Colonia Xoco,

Delegación Benito Juárez,

C.P. 03330,

Ciudad de México

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

Instituto Tecnológico de Hermosillo

M.C. Gerardo Ochoa Salcido
Director

M.C. Karla María Apodaca Ibarra
Subdirectora Académica

M.A. Eugenio Borboa Acosta
Subdirector de Planeación y Vinculación

M.C. Luis Carlos Santos
Subdirector Administrativo

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

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 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

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
M.C. Guillermo Cuamea Cruz
Dr. Víctor Hugo Benítez Baltazar

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. Rosalía del Carmen Gutiérrez
Urquidez
Dra. María Eusebia Guerrero Sánchez
Dr. Carlos Alberto Pereyda Pierre
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 Elias
MC. César Enrique Rose Gómez
MC. Sonia Regina Meneses Mendoza
MSI. Fernando Javier Carrasco Guigón
M.C. Rafael Armando Galaz Bustamante
M.C. Francisco Gabriel Ibarra Lemas

Ingeniería Industrial

Dr. Enrique Javier de la Vega Bustillos
Dr. Francisco Octavio López Millán
Dr. German Alonso Ruiz Domínguez
Dr. Gerardo Meza Partida
M.C. Gilberto Orrantía Daniel
M.C. 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

MC. Carlos Anaya Eredias
Dr. Federico Cirett Galán
Dr. Jaime Alfonso León Duarte
Dr. Jesús Horacio Pacheco Ramírez
Dr. Víctor Hugo Benítez Baltazar
Dr. Gerardo Sánchez Schmitz
Dr. José Luis Ochoa Hernández
Dr. Agustín Brau Avila
Dr. Mario Barceló Valenzuela
Dr. Víctor Manuel Herrera Jiménez
Dr. Luis Felipe Romero Dessens
Dr. Alonso Pérez Soltero
Dr. Jaime Olea Miranda
Dra. Raquel Torres Peralta
Dr. René Francisco Navarro Hernández
Dra. Margarita Valenzuela Galván
Dra Mery Helen Pesantes Espinoza

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO

Dra. María Trinidad Serna Encinas
Dr. Guillermo Valencia Palomo
Dr. Oscar Mario Rodríguez Elías
Dr. German Alonso Ruiz Domínguez
Dra. Rosalía Gutierrez Urquidez
Dr. Carlos Alberto Pereyda Pierre
Dr. José Antonio Hoyo Montañó
Dra María Eusebia Guerrero Sanchez
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

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

Dr. René Daniel Fornés Rivera

Dr. Ramón René Palacio Cinco

Dr. Joel Ruíz Ibarra

Dra. Erica Cecilia Ruíz Ibarra

Dr. Joaquín Cortez González

Dr. Armando García Berumen

Dr. Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez

Mtro. Mauricio López Acosta

Mtro. Jorge Guadalupe Mendoza León

Mtro. Adolfo Espinoza Ruíz

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

La divulgación de los trabajos que se realizan al interior de las instituciones de educación superior, es una de las tareas fundamentales del que hacer de las mismas, sobre todo en el ámbito de las instituciones de educación pública, dar a conocer a la ciudadanía los trabajos de investigación y desarrollo tecnológico que se derivan de la inversión del dinero público, debe ser una tarea continua. En este sentido, esta revista busca poner a disposición de la comunidad, y de forma gratuita, los avances de investigación que se llevan a cabo al interior de los posgrados de algunas de las principales instituciones de educación superior del estado de Sonora. Adicionalmente, parte de los objetivos 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.

Buscando ser inclusivos, de forma que pueda darse mayor difusión al que hacer de las instituciones participantes en sus actividades de investigación y desarrollo tecnológico, se busca también la participación de trabajos a nivel licenciatura que estén reconocidos de manera formal ante instancias competentes. 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.

En esta edición de la revista se presentan un total de 60 trabajos, donde 14 pertenecen a resultados de investigación, mientras que 38 son relacionados a avances de investigación. Los trabajos abarcan diversas áreas de la ingeniería y han sido clasificados en 5 áreas: (i) sistemas de información y ciencias de la computación, (ii) ingeniería eléctrica y electrónica, (iii) ingeniería industrial, (iv) ingeniería mecánica y mecatrónica, y (v) administración.

Esperando que esta edición de la revista sea de utilidad para quienes participan en ella, así como para la comunidad en el estado de Sonora.

Dr. Oscar Mario Rodríguez Elias

Índice de Contenido

A.- Resultados de Investigación

Ciencias de la Computación1

Análisis, Diagnóstico y Propuesta de Mejora para el Proceso de Compras de un Hospital Privado.

Cristel Marisela Fragoso Pacheco, Ramon René Palacio Cinco, Mario Alberto Nuñez Luna, Jorge
Guadalupe Mendoza León..... 1

Diseño de un Sistema en Línea para la Medición Automática de Habilidades Blandas. Manuel
Guerrero Garcia, Oscar M. Rodríguez Elías, María T. Serna Encinas, Abelardo Mancinas Gonzalez. 9

**Arquitectónico para un Sistema de Reconocimiento de Patrones en Bases de Datos Sobre
Adicciones.** Edgar G. Estrada Rios, María T. Serna Encinas, Cesar E. Rose Gómez. Diseño..... 17

Sistema Multi-Agente de Reconocimiento de Frases en LSM Utilizando CBR. César René Martínez
Aguirre, Ana Luisa Millán Castro, Juan Pablo Soto Barrera, César Enrique Rose Gómez, Abelardo
Mancinas González. 23

**Arquitectura Propuesta para el Análisis de la Instrumentación Didáctica de Asignaturas de
Educación Superior Tecnológica usando un Modelo de Conocimiento y Procesamiento de Lenguaje
Natural.** Daniel Alfredo Hernandez Carrasco, Cesar Enrique Rose Gomez, Samuel Gonzalez López,
Abelardo Mancinas Gonzalez, Ana Luisa Millan Castro. 30

Diseño arquitectónico de un sistema para la detección de un carcinoma en biopsias de mama. José
Reynaldo Sánchez Quintero, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez, Minor Raúl
Cordero Bautista, Fernando Javier Carrasco Guigón. 37

Traductor de texto en español a texto en glosa LSM. Juan Carlos Hernández-Cruz, César Enrique Rose-
Gómez, Samuel González López, Ana Luisa Millán Castro, María Trinidad Serna Encinas..... 45

Eléctrica y electrónica51

**Desarrollo de un API Rest Full para monitoreo del consumo de la energía eléctrica mediante una
aplicación móvil en una instalación residencial con sistema fotovoltaico interconectado a la red.**
Víctor Alfonso Tánori Ruíz, Fredy Alberto Hernández Aguirre, José Antonio Hoyo Montaña, José Manuel
Chávez, Jesús Manuel Tarín Fontes. 51

Sistema de Monitoreo de Posición de Recepción de Haz Láser de un Gimbal. Eduardo Romero, Juan
Ayala, Arturo Arvizu , Joel Santos. 55

Ingeniería industrial.....61

**Factores de riesgo ergonómico ocasionados por manejo manual de materiales en operaciones
logísticas en la industria automotriz.** Debbie Yemileth Vásquez Gómez, Javier Enrique De la Vega
Bustillos..... 61

Análisis de los tiempos de paro de producción en prensa de estampado. Gilberto Orrantia Daniel, Jaime
Sánchez Leal, Gloria María Velázquez Quijada, Jorge de la Riva Rodríguez, Manuel Rodríguez Medina. 67

Análisis por medio de volumen finito y elementos finitos de un seguidor solar. Luis Álvarez, Víctor
Manuel Herrera..... 75

Cadena de suministro: Control interno por la satisfacción del cliente. Daniel Antonio Torres Coronado,
Gil Arturo Quijano Vega. 83

Ingeniería mecánica y mecatrónica90

Diseño y construcción de un prototipo de órtesis mecatrónica auxiliar en el proceso de rehabilitación de mano para pacientes que sufrieron una ECV. David Sotelo Valencia, Carlos Alberto Pereyda Pierre, Flor Ramírez Torres, Eliel Eduardo Montijo Valenzuela, Aureliano Cerón Franco. 90

B.- Avances de investigación

Computación97

Propuesta para la evaluación plataformas Matlab y ROS en la implementación de algoritmos de control en vehículos aéreos no tripulados. Julio C. Montoya-Morales, Guillermo Valencia-Palomo, Rafael A. Galaz-Bustamante, Rosalia C. Gutiérrez-Urquidez, María Eusebia Guerrero-Sánchez, Omar Hernández-González.	97
Seguimiento de comportamientos de riesgo en jóvenes universitarios a través de publicaciones en Instagram. Ivan Encinas, Luis A. Castro.	101
Detección de factores asociados a la deserción de personal operativo mediante técnicas de minería de datos. Abigail Márquez Hermosillo, Luis Felipe Rodríguez Torres, Guillermo Mario Arturo Salazar Lugo.	104
Exploración de sentimientos asociados a sistemas de facturación electrónica. Laura Elena Cervantes, Luis A. Castro.	108
Propuesta de rediseño de proceso en centros geriátricos mediante la implementación de tecnologías para el monitoreo del paciente. Alma Leticia Chavez Quintero, Gilberto Borrego, Laura Elena Cervantes García, Luis Felipe Rodríguez Torres.	112
Diseño de un tablero de control para la toma de decisiones de productores de limón. Berenice Mancilla Rojas, Luis A. Castro.	116
Implementación de un sistema de almacenamiento de datos agroclimáticos para la predicción de cosecha de trigo. María Monserrat Torres, Luis A. Castro.	120
Victor Manuel Moreno García, Ana Luisa Millán Castro, Marcela Patricia Vázquez Arquitectura propuesta para sistema de recomendación de ejercicios a niños con dislexia mediante algoritmos de machine learning. Valenzuela, María Trinidad Serna Encinas, César Enrique Rose Gómez.	124
Desarrollo de una aplicación móvil, para medir los niveles de inteligencia de niños y niñas del sur de Sonora. José de Jesús Soto Padilla, Ramón Rene Palacio Cinco, Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez, Gilberto Manuel Córdova Cárdenas.	128
Arquitectura propuesta para un Módulo Recomendador de un Sistema de Aprendizaje Adaptativo para la formación de docentes de Educación Superior. Mirey Rocío García Mora, Abelardo Mancías González, César Enrique Rose Gómez, Oscar Mario Rodríguez Elías.	132
Técnicas de minería de datos para la gestión de abastecimiento de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs). Christopher Louis Vega Ruiz, Sonia Regina Meneses Mendoza, Oscar Mario Rodríguez Elías, César Enrique Rose Gómez.	136
Desarrollo de un sistema de visión artificial para la evaluación de calidad de conectores en bolsas de aire automotrices. Eduardo Rodarte Leyva, Victor Hugo Benítez Baltazar.	140
Propuesta de Refinamiento de un Algoritmo de Minería de Datos para Detección de Pacientes. Omar Fernando García Mora, Federico Miguel Cirett Galán, Raquel Torres Peralta.	143
Arquitecturas de Redes Neuronales Convolucionales para la Clasificación de Imágenes en Celdas de Flotación. Nelsón Romero García, Sonia Regina Meneses Mendoza, Oscar Mario Rodríguez Elías, César Enrique Rose Gómez.	146
Propuesta de una plataforma de soporte a la capacitación en línea para la realización de estudios clínicos. Maria Alejandra García Bayona, Oscar Mario Rodríguez Elías, Sonia Regina Meneses Mendoza, Hazael Gómez Encinas, Raúl Eduardo Rodríguez Ibañez.	150
Metodología para medir el logro del perfil de conocimiento de egresados de carreras de cómputo a través de un sistema valorador de perfiles de conocimiento. Abraham Duarte Ruiz, Oscar Mario Rodríguez Elías, César Enrique Rose Gómez, Sonia Regina Meneses Mendoza.	154

Diseño de un programa de gestión de seguridad y salud en el trabajo en una empresa agroindustrial. Luis Alfonso Valenzuela Matuz, Margarita Valenzuela Galván.....	158
Planeación de un Sistema para Gestión de Servicios de Tecnologías de la información. Mario Barceló Valenzuela, Carlos Maximiliano Leal Pompa, Gerardo Sanchez Schmitz.....	161
Diseño de una herramienta de software para evaluación de riesgos ergonómicos. Linda Lizeth Ruedaflores Arvizu, Enrique De La Vega Bustillo.....	165

***Eléctrica y electrónica*169**

Propuesta de Diseño y simulación de sistema electrónico de biosensor para la industria médica. David Alejandro Duarte Moroyoqui, Carlos Pereyda Pierre, Rosalia Gutierrez Urquidez, José Hoyo Montaña.	169
Propuesta de diseño: Controlador de ganancia auto-ajustable para la adquisición de señales digitales. Cristo Javier Vázquez Amarillas, Rosalia del Carmen Gutierrez Urquidez, Guillermo Valencia Palomo.....	173
Prototipo generador de agua mediante el uso de celdas Peltier y energía solar. Luis E. Rascón Barceló, José M. Chávez, Fredy A. Hernández Aguirre. Rafael A. Galaz Bustamante, Daniel F- Espejel Blanco..	177

Ingeniería industrial.....181

Prevalencia del Síndrome de Burnout en Empleados Indirectos de una Empresa Manufacturera en Hermosillo Sonora. Guadalupe Quintero, Gerardo Meza Partida, Enrique De La Vega Bustillo, Francisco Octavio López Millán.....	181
Diseño de equipo de evaluación ergonómica y biomecánica que mida esfuerzo muscular. Luisa Fernanda Gómez Angulo, Óscar Vidal Arellano Tanori, Enrique De La Vega Bustillo, Carlos Alberto Pereyda Pierre, Francisco Octavio López Millán.....	185
Propuesta de una Metodología para Clasificar y Evaluar Derechohabientes en Institución de Salud. Lyla Berenice Morales Villalba, Raquel Torres Peralta, Federico Miguel Cirett Galán, Alonso Pérez Soltero.....	189
Evaluación de desempeño laboral considerando factores psicosociales para supervisores de mando medio en el sector automotriz. J. A. Espinoza-Balderrama, M. E. Díaz-Muro, F. O. López-Millán, E. j. De la Vega-Bustillos.....	193
Planeación de una Metodología para la Implementación de Estrategias Ganaderas. Carolina Durán López, José Luis Ochoa Hernandez, Mario Barcelo Valenzuela.....	197
Rediseño del área de almacén para mejorar el abastecimiento de los productos en sus puntos de venta. Guillermo Cuamea Cruz, Luis Flores Miranda.....	201
Propuesta para la estandarización del sistema de producción de una plataforma para pruebas en una empresa desarrolladora de tecnología. Jaime Alfonso León Duarte, Jesús Fernando Valdez Ochoa. ...	205
Estudio de las Jornadas Laborales de 12 horas en la Industria Manufacturera. Daniela Inzunza Robles, Gilberto Orrantia Daniel, Enrique de la Vega Bustillos, Germán Alonso Ruiz Domínguez, Rodolfo Ulises Rivera Landaverde.....	208
Diseño de un sistema de medición y control de la productividad. Jorge Edgar Felix-Felix, Gilberto Orrantia Daniel, Germán Alonso Ruiz-Dominguez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Jaime Sánchez-Leal.....	212
Identificación de factores psicosociales que ocasionan el síndrome del burnout en call centers. Jonathan Rivera Alvizuri, Marta Díaz-Muro*, Octavio López-Millán, Enrique De la Vega-Bustillos.....	216
Propuesta metodológica para mejorar un sistema de control en una máquina troqueladora. Diego Quintero-Rubio, Germán Alonso Ruiz-Domínguez, Rodolfo Ulises Rivera-Landaverde, Gilberto Orrantia-Daniel.....	220

Análisis del desempeño de una maquiladora de arneses automotrices, a través del seguimiento de los KPI. Mario Alberto Núñez-Luna, Allan Chacara-Montes, Aaron F. Quiros-Morales, Mauricio López-Acosta.....	224
Mejora de un proceso de moldeo mediante técnicas de manufactura esbelta en una empresa aeroespacial. Brian Jose Aguirre-Valenzuela, Maria de los Angeles Navarrete-Hinojosa.....	228
Propuesta de un diseño de proceso basado en Buenas Prácticas en una empresa metalmeccánica. Carlos Gabriel Pesqueira Fiel, Gerardo Sánchez Schmitz.	232
Ingeniería mecánica y mecatrónica	236
Variabilidad de propiedades mecánicas según el tipo de pigmentación del material ABS. Francisco J. Valdez Rodriguez, Rodolfo U. Rivera Landaverde, German A. Ruiz Dominguez, Gilberto Orrantia, Francisco J. Valdez Garcia.	236
Administración	240
Propuesta Metodológica para Determinar un Método de Medición para el Desempeño de Proyectos No Predeterminados en las Agencias de Publicidad. Alexia López-Villarreal, Gerardo Meza-Partida, Oscar Arellano-Tanori, Gilberto Orrantia-Daniel.	240

Análisis, Diagnóstico y Propuesta de Mejora para el Proceso de Compras de un Hospital Privado

Cristel Marisela Fragoso Pacheco¹, Ramon René Palacio Cinco², Mario Alberto Nuñez Luna², Jorge Guadalupe Mendoza León²

¹Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Nainari, Maestría en Tecnologías de la Información para los Negocios, Cd. Obregón, Sonora, México

²Instituto Tecnológico de Sonora, Unidad Navojoa, Navojoa, Sonora, México
cristelfragoso@gmail.com, ramon.palacio@itson.edu.mx, mario.nuñez@itson.edu.mx, Jorge.mendoza@itson.edu.mx

Resumen— La gestión de compras actualmente puede considerarse uno de los eslabones fundamentales de la cadena de valor de las organizaciones, ya que determina la efectiva administración de los bienes a adquirir y generar un mayor margen de beneficio. El presente documento propone una mejora al proceso de compras especiales y de medicamento del cuadro básico de un hospital privado para hacer más eficiente el proceso reduciendo tiempos y costos.

Palabras clave; gestión de compras; cadena de valor; mejora de proceso.

I. INTRODUCCION

Debido a los cambios que surgen en las últimas décadas, como la globalización de mercados, los tratados de libre comercio (TLC), la tecnología y la política obligan a las empresas a crear una estructuración más flexible que permita adaptarse a los diversos cambios [1]. Una correcta gestión de compras y suministros, garantiza los mejores insumos para los procesos de una empresa, buscando siempre los mejores tratos y alianzas con los proveedores, procurando ahorros y una gestión de contratos eficaz para todos los elementos de la cadena de suministros.

La gestión de compras se puede considerar una de las tareas fundamentales y con mayor relevancia e importancia para el éxito de las empresas, ya que determina la administración efectiva de los bienes que se adquieren, así como la mejora de los márgenes de beneficio. Las compras bien planeadas deben beneficiar a la empresa con ahorros en efectivo, liquidez y mayor fluidez del capital; esto logrado con un sistema bien organizado para tener una buena administración, generar negociaciones de plazos, descuentos y otros beneficios [2]. En los últimos años la competitividad de las empresas va en aumento, cada vez son más los nuevos competidores que fuerzan a las empresas a mejorar y ser más eficientes, más rápidas, más flexibles y, en general, más competitivas en la forma de hacer negociaciones [3].

En un estudio realizado por Videnza Consultores, se observaron costos ocultos ocasionados por la falta de planeación en la programación de las compras, que, a su vez, originaron retrasos en la preparación, afectando la etapa de ejecución contractual ya que se generan retrasos en las emisiones de órdenes de compras y en los pagos [4].

En México el porcentaje del gasto total en salud destinado a la compra de medicamentos pasó de 19.4% en

2000 a 22.9% en 2007, de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) [5]. Esto representó un incremento de 87.3% (de 85,000 millones a 150,000 millones de pesos). La Secretaría de Salud (SS) el 2008 indica que el gasto en medicamentos de las principales instituciones públicas del sector salud ascendió a poco más de 39,000 millones de pesos, aproximadamente 26% del gasto total en medicamentos en el país [5]. Sesma, Gómez, Wirtz y Castro indican que desde el año 2002 se implementaron iniciativas para mejorar la compra y distribución de medicamento en México, tanto en las instituciones de seguridad social como en las instituciones que atienden a la población que no cuenta con seguridad social, entre esas iniciativas se encuentran la elaboración de estudios diagnósticos sobre el proceso de abasto de medicamentos para detectar áreas de oportunidades; la capacitación al personal en actividades de planeación, compras (tercerización, consolidadas, rápidas), distribución y manejo de inventarios [5].

Empresas dedicadas a diferentes rubros han puesto más atención a BPM (Business Process Management), el cual B. Hitpass, J. Freud, y B. Rucker [6] definen como una “Disciplina de Gestión por Procesos de Negocio y de Mejora Continua apoyada fuertemente por TI”, ellos mismos hacen mención a la definición de la guía de referencia CBOK (Common Body of Knowledge) de la Asociación Internacional de Profesionales de BPM: Es un enfoque sistemático para identificar, levantar, documentar, diseñar, ejecutar, medir y controlar tanto los procesos manuales como automatizados, con la finalidad de lograr a través de sus resultados en forma consistente los objetivos de negocio que se encuentran en forma consistente los objetivos de negocio que se encuentran alineados con la estrategia de negocio. BPM abarca el apoyo creciente de TI con el objetivo de mejorar, innovar y gestionar los procesos de principio a fin, que determinan los resultados del negocio, crean valor para el cliente y posibilitan el logro de los objetivos del negocio con mayor agilidad”. Con ello se parte a la importancia de adquirir un estándar de modelamiento con BPMN (Business Process Management Notation), el cual permite automatizar de forma más rápida los procesos.

Con una óptima gestión del proceso de compras o suministro de los medicamentos se pueden generar múltiples beneficios a la empresa como reducción de tiempos, costos, e inventarios. En la actualidad, según EAE Business School, ni los productos ni las empresas son las que compiten, sino que todo recae en las cadenas de suministro, en cómo se reduce la diferenciación a las personas, el enfoque y la tecnología, en cuanto a las funciones de compras, el éxito depende de la eficacia con que se combinen esos tres elementos, y no dejar de lado la atención en los proveedores [7]. La IBM Business Value Chief Procurement Officer Study menciona que el área de compras puede ser un elemento fundamental para poder generar valor en la empresa. Algunos modelos de gestión inducen el crecimiento de los ingresos aproximadamente un 20% y pueden mejorar el margen de beneficios en un 15% [7].

En una investigación desarrollada en el 2015, se propuso el diseño de un proceso de negocio para la planificación de sistemas de información, en el que el proceso de planificación propuesto permite ajustar y evolucionar a los sistemas de información hacia las necesidades de la organización, para lograr sus objetivos estratégicos, esta propuesta se combina con el modelado de procesos utilizando BPM, con ello se flexibiliza el modelado y se facilita la comprensión y automatización del proceso [8].

En la actualidad existen plataformas y aplicaciones que brindan soporte al proceso de compras, softwares cloud computing para digitalizar y centralizar la información del departamento de compras, que ayudan a simplificar y automatizar la gestión diaria del proceso, y disponer de herramientas de análisis y negociación para obtener mejores resultados y optimización del tiempo. Un software cloud computing lo definen como: "un modelo de implementación de TIC, basado en la virtualización, donde los recursos, en términos de infraestructura, aplicaciones y datos se despliegan a través de Internet como un servicio distribuido por uno o varios proveedores de servicios. Estos servicios son escalables bajo demanda y puede tener un precio sobre una base de pago por uso" [9].

Por su parte la clínica sujeta a estudio, cuenta con un sistema ERP (Enterprise Resource Planning) el cual se define como un "sistema de planificación de los recursos y de gestión de la información que de una forma estructurada puede satisfacer la demanda de las necesidades de la gestión empresarial" [10], con ellos las empresas reducen costos y aumentan su eficiencia, estandarizando, racionalizando y agilizando los procesos de negocio [11]. Al ERP de la clínica lo llamaron Sistema Hospital Integral (SHI) el cual fue desarrollado por un empleado de sistemas, actualmente cuenta con módulos muy básicos, y no es compatible con dispositivos móviles. Para el área de compras, hacen uso de una plataforma externa llamada Bionexo, la cual es un Marketplace de negocios para el área de salud, posee un conjunto de soluciones digitales que permiten a las instituciones de salud realizar la gestión online de todo su proceso de compras y abastecimiento, la clínica utiliza esta plataforma únicamente para solicitar cotizaciones y realizar algunas compras.

II. DEFINICION DEL PROBLEMA

Actualmente el proceso de compras no cuenta los procesos documentados ni estandarizados, en algunas actividades los tiempos se extienden, para compras especiales el tiempo del proceso es de aproximadamente 9 días, 5 horas y 3 minutos, lo que en ocasiones genera retrasos de alguna sus operaciones; el tiempo para compras de medicamento del cuadro básico es de 3 días, 11 horas y 40 minutos, ambos tiempos generan un costo superior del proceso al que pudiera ser si se realizara en menor tiempo, en donde la causa principal es el tiempo de espera para su autorización por parte de las áreas involucradas.

Otro factor que afecta la eficiencia del proceso son las actividades operativas que el gerente de compras realiza, en parte causadas por el tráfico de papeleo rutinario, restando tiempo a las actividades con mayor valor que podrían ser actividades de análisis y estrategias. Además, como no cuentan con procesos documentados ni estandarizados, se maneja mucha documentación en físico lo que provoca mucho tiempo invertido en la gestión de dichos documentos. El siguiente factor que se detectó con efecto negativo al proceso en cuanto a tiempos, es que no se cuenta con indicadores que regulen los tiempos de respuesta para autorizaciones o rechazos de solicitudes.

III. OBJETIVO

Optimizar las actividades del proceso de compras para disminuir tiempos en la entrega de requisiciones, en la solicitud de cotizaciones, en la recepción y respuesta de aceptación o autorización de cotizaciones, y en la emisión de órdenes de compra, todo a través de un correcto flujo del trabajo.

IV. JUSTIFICACION

La competitividad entre los hospitales privados certificados de México se ha incrementado y se ha vuelto imperativo tener procesos esbeltos y eficientes para poder liderar el sector. Es crucial no solamente ser capaz de ofrecer una medicina de alta calidad y tener el medicamento en tiempo y forma, sino también ser rentable a lo largo de la Cadena de Valor [12].

El papeleo rutinario que se asocia a las requisiciones, órdenes de compra, facturas y pagos, no agrega valor añadido a la función de compras, además que distrae al personal de deberes más importantes y estratégicos. A partir de lo anterior, se asegura que al disminuir las actividades que son de menor valor añadido para las compañías, estas disminuyen también sus costos y son más eficientes, y que los departamentos consiguen ser menos transaccionales y más estratégicos [13].

Los beneficios que se obtendrán son reducción en los tiempos de respuesta, ya que el ejecutar las actividades será continua, se contará con la documentación de procesos, se generará una reducción del uso de papel y minimizará el coste del transporte físico, los documentos siempre estarán disponibles, y por último, se contará con una disponibilidad

continua y constante de información sobre el estado en el que se encuentran las actividades del procesos, permitiendo el seguimiento en tiempo real.

V. METODOLOGÍA

La metodología para el análisis y diseño de procesos (PADM) [14] fue la utilizada en la presente investigación, la cual consta de 4 fases:

1. Captura
2. Modelado
3. Análisis y evaluación
4. Rediseño y propuesta de mejora

PADM se caracteriza por ser flexible, por lo cual, resulta ser un método adaptable y ampliable [15].

5.1 Sujeto de estudio

El sujeto de estudio para realizar esta investigación se trata del departamento de compras de una clínica privada de la región, en la cual se analizaron dos procesos: 1) El proceso de compras de medicamento del cuadro básico que consta de las actividades de revisión de inventario en Sistema Hospital Integral (SHI), solicitud de presupuestos, emisión de orden de compra en SHI, recepción y alta de factura, recepción de producto, y programación de pago. 2) El segundo proceso es el de compras especiales que consta de un mayor número de actividades las cuales son: llenado de formato de requisición en físico, recepción de formato de requisición, solicitar presupuesto, autorización o rechazo del presupuesto por parte de dirección de agencia, llenado de orden de compra en físico y en SHI, formalizar compra en sistema Bionexo o con envío de orden de compra, recepción y alta de factura, recepción de producto, y entrega del producto al área solicitante.

La información fue proporcionada por el gerente de compras, el director administrativo, el almacenista y las áreas solicitantes.

5.2 Materiales

Los materiales y herramientas necesarias para recolectar la información del proceso en estudio, fueron los siguientes:

- Entrevistas semi-estructuradas. Consistió en preparar algunas preguntas para comenzar a conocer el proceso, y en el transcurso de la entrevista surgen otras preguntas espontáneas para profundizar en el tema. El resumen de las entrevistas realizadas se puede encontrar en el apartado de Anexos. (pendiente de indicar la numeración del Anexo)
- Equipo de cómputo. Se utilizó laptop acer Swift 3, procesador Intel core i5 de séptima generación.
- Sistema modelador "Bizagi". Bizagi es un modelador de procesos que permite representar de

forma esquemática todas las actividades y decisiones que se toman en el negocio. Con una interfaz que recuerda a Microsoft Office, BizAgi Process Modeler cumple con el estándar BPMN (Business Process Management Notation. Es gratuito, intuitivo y potente software de modelamiento de procesos

- Equipo de teléfono celular con grabador de voz y cronómetro.

5.3 Procedimiento

Una vez realizadas las reuniones iniciales con la empresa para expresar los intereses de cada una de las partes y establecer el acuerdo de colaboración, el procedimiento seguido fue de acuerdo a las fases de la metodología PADM:

1) Captura

En esta etapa se obtiene información del proceso, del cómo se lleva a cabo, con herramientas como entrevistas semiestructuradas, observación, y obtención de documentos relevantes al proceso. De esta etapa se obtiene la descripción a detalle del proceso, en el que se identifican las responsabilidades de los involucrados y los tiempos de las actividades.

2) Modelado

Para modelar se usan técnicas diagramáticas, con el fin de analizar lo más relevante del proceso, como las actividades, su coordinación, el personal involucrado, los roles, los tiempos, interacciones, sistemas utilizados, etc. En esta etapa, se presenta el modelado del proceso a las personas involucradas para validar la información y corregir si es necesario.

Las técnicas diagramáticas tienen un soporte por medio de herramientas de software para poder analizar los modelos, las técnicas utilizadas fueron Gráfica rica, Diagrama Rol-Actividad (RAD), IDEF0 y BPMN (Business Process Management Notation), éste último es el usado como base de estudio para correr una simulación en el software de Bizagi.

3) Análisis y evaluación

En esta etapa se verifica que el modelo describa correctamente el proceso, es muy importante realizar esta parte de la fase ya que sin un correcto análisis se podría tener información faltante, o incorrecta, lo que nos llevaría a tomar decisiones erróneas para el rediseño. Al realizar el análisis y la evaluación del proceso se podrán detectar actividades como duplicidad de información o tareas, o actividades irrelevantes. También es importante preguntar a los involucrados qué problemas detectan ellos, aquí se revisa el recurso humano, los tiempos, capacidad, estructura tecnológica, entre otros. El resultado final debe ser la comprensión de la necesidad de mejora y el alcance de la

mejoría, que signifique resultados satisfactorios para la empresa.

4) *Rediseño y propuesta de mejora*

Aquí los cambios o rediseños de actividades del proceso se hacen con el fin de proponer mejoras al mismo, en esta fase se proyectan mediante un modelado, las mejoras del proceso, principalmente eliminando actividades que no agregan valor.

VI. RESULTADOS

Con la aplicación de la metodología PADM en este caso de estudio se obtuvieron los siguientes resultados de acuerdo a las fases:

1) *Captura*

En esta etapa primero se identificaron cada una de las actividades que directamente generan un valor al cliente final y al negocio mismo, que inician con la necesidad de medicamento, producto o material. A continuación, en Fig. 1 la cadena de valor del proceso de compras.



Figura 1. Cadena de valor compras

Después se identificaron cada una de las actividades que componen los procesos, los cuales se muestran en el Figura 2 mostrado en la fase de Modelado. También se obtuvieron las áreas o departamentos que en algún punto tienen participación con el proceso, las cuales se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE ÁREAS

AREA	Descripción
Cualquier área emisora de solicitud.	Enfermería, Administración, Dirección, Laboratorio, Intendencia, Mantenimiento, Farmacia.
Compras	Gestionar la compra y adquisición de todos los suministros con los que opera el hospital (material médico quirúrgico, equipo médico, materiales de papelería e intendencia, así como los medicamentos que son de vital importancia para nuestros pacientes).
Almacén	Recibe y revisa los materiales, repuestos, equipo médico y otros suministros que ingresan al almacén, acomodando los materiales por fechas de caducidad evitando tener suministros que estén próximos a caducar. Surtiendo los materiales solicitados por farmacia para el cumplimiento de las necesidades de los pacientes.
Dirección Administrativa	Planea, organiza y controla las actividades de la empresa, con el objetivo de apoyar a generar mayor rentabilidad, realizar toma de decisiones en forma oportuna y confiable en beneficio de la operación de la empresa. Crea lineamientos de control, análisis financiero, supervisar cumplimiento de políticas, y sinergia con las demás áreas operativas para lograr los objetivos.

2) *Modelado*

Con la información obtenida de la fase de captura se modelaron los procesos de compras y compras especiales con diferentes técnicas, para fines de análisis se utilizaron los diagramas BPMN, los cuales se muestran en la Fig. 2y Fig. 3.

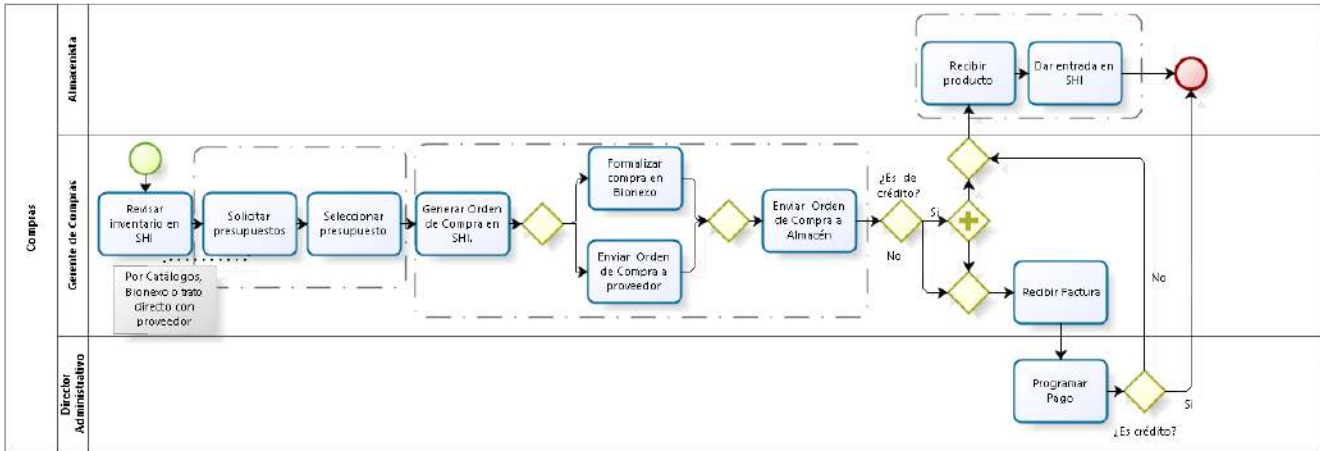


Figura 2. Diagrama proceso de compras

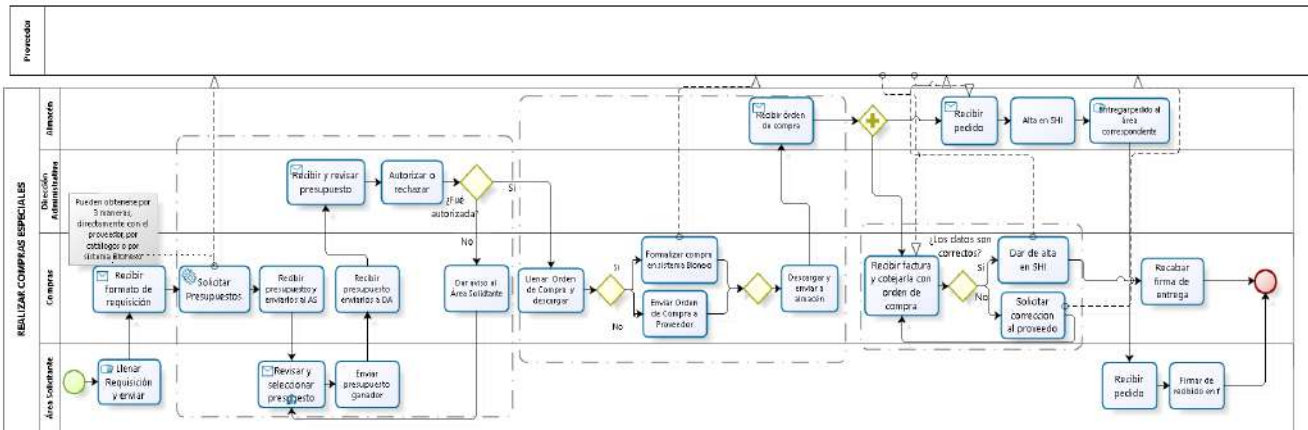


Figura 3. Diagrama proceso de compras especiales

3) Análisis y evaluación

Al realizar la simulación del proceso de compras de cuadro básico, mostrado en la Figura 2, se encontró que el proceso tiene una duración de 3 días, 11 horas, 40 minutos, y un costo de horas hombre de \$2,833.33, lo que resulta ser un tiempo extendido ya que el proveedor tarda por lo general de uno a dos días para la entrega, por lo que queda más de un día dedicado a la compra, al analizar esta parte del proceso se encontró con tiempo invertido en el tráfico de documentos en físico, inconsistencias en inventario, actividades manuales que pudieran ser automatizadas, y tiempo de espera para la recepción de presupuestos.

En la simulación y análisis de compras especiales mostrado en la Figura 3, se obtuvo una duración de 9 días, 5 horas, 5 minutos, con un costo de \$ 6,120.83, este proceso presenta las mismas actividades que no generan valor del

proceso de compras de cuadro básico, sumado a un tráfico de información mediante intermediarios, y esperas en autorizaciones de los presupuestos.

De manera más específica se detectó lo siguiente:

- Las requisiciones son llenadas y entregadas de manera física y a mano. Lo que ocasiona personal fuera de su área de trabajo, y acumulación de papel para su traslado.
- Las cotizaciones se realizan de diferente manera, dependiendo del tipo de compra que se vaya a realizar, puede ser por sistema Bionexo o directamente con el proveedor.
- El llenado de orden de compra se realiza en físico y a mano, también es llenado digitalmente en SHI, el cual tiene que ser descargado para luego enviarse al proveedor, en caso de no ser compra de Bionexo, en

caso de ser compra de Bionexo es enviado directamente desde la plataforma al formalizar la compra aceptando el presupuesto del proveedor seleccionado como el mejor.

- En caso de compras especiales, una vez recibidas las cotizaciones son enviadas al área solicitante para su aprobación, una vez aprobada se le regresa al encargado de compras, y este la envía al director administrativo para su última aprobación, en caso de ser rechazado por alguno, se repite la operación con otra cotización. Esta parte del proceso genera muchos tiempos de espera, ya que el área solicitante o el director administrativo debido a su carga de trabajo pueden tardar de uno, dos o hasta tres días en contestar con aprobación, esto genera un retraso en lo consecutivo del proceso.
- Una vez realizada la compra, al llegar el producto la factura se coteja manualmente, revisando que todos los datos estén correctos y coincida con los datos especificados en la orden de compra, posteriormente se le da entrada al SHI.
- Para poder solicitar cotizaciones de medicamento del cuadro básico, primero se tiene que realizar una revisión de mínimos y máximos en SHI, una vez seleccionados manualmente los productos que están en su mínimo, se hace una lista para poder subirla al sistema Bionexo, todas estas actividades manuales requieren de tiempo y cuidado específico.

- Integrar solicitud de cotizaciones desde SHI para que todas las cotizaciones se realicen desde ese sistema, y agregar un candado de tres cotizaciones para poder realizar orden de compra, así se asegura que realmente se estén solicitando cotizaciones a varios proveedores.
- Sistema de alertas en SHI, para generar un flujo de trabajo, donde todos los involucrados estén informados de en qué estado se encuentra el proceso, quien está tardando en realizar lo que le corresponde y el mismo sistema esté mandando las alertas a las personas involucradas o responsables, de esos estados y cuando llegue un nuevo formato o actividad.
- Automatizar la validación de factura con orden de compra como respaldo, en SHI.
- Enlace desde SHI al sistema Bionexo, para eliminar los tiempos de revisión de inventarios y selección de producto por producto, con este enlace automáticamente se cargarían los productos que se encuentran en mínimos al sistema Bionexo para solicitar.

Se realizó el diagrama con la simulación de tiempos y costos aplicando los cambios propuestos mostrados en la Fig.4 Proceso de compras, y Fig.5 Proceso de compras especiales:

4) Rediseño y propuesta de mejora

Con base en el análisis realizado se propone lo siguiente:

- Integrar módulo de requisiciones en Sistema Hospital Integral, para eliminar el formato en físico y el traslado del personal.

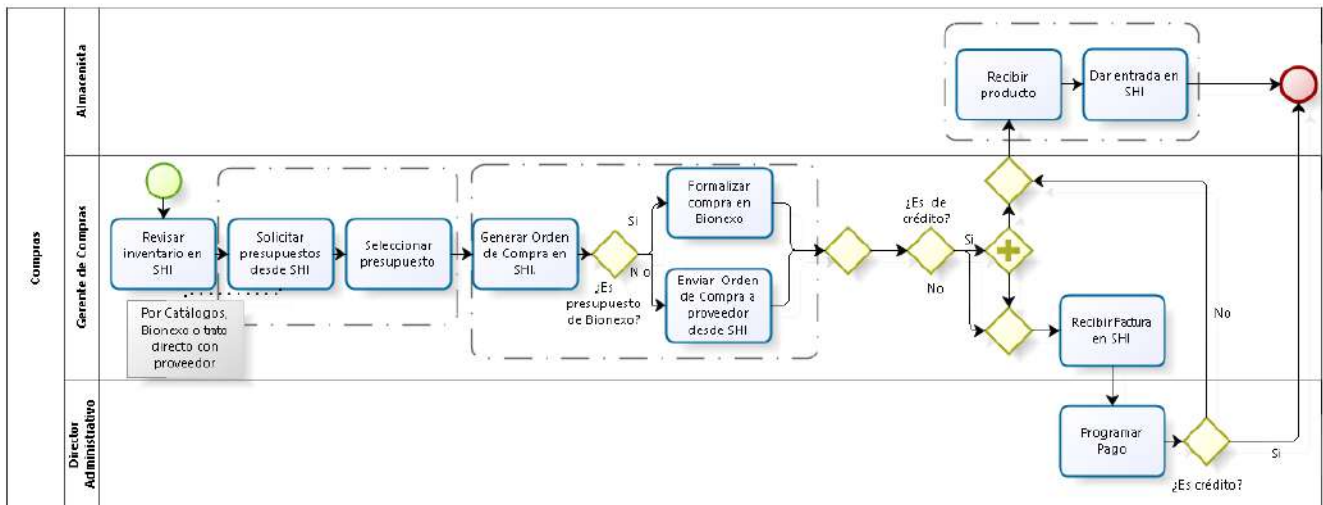


Figura 4. Proceso de compras propuesta

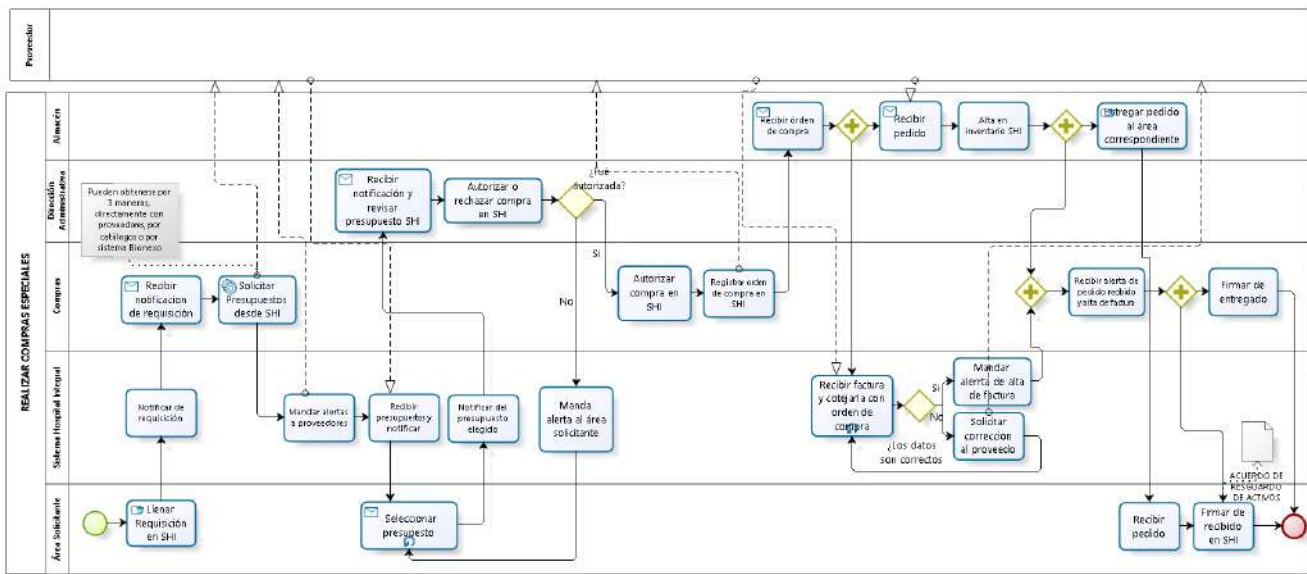


Figura 5. Proceso de compras especiales propuesta

Al realizar la simulación se obtuvieron los resultados mostrados a continuación en la Tabla 2:

TABLA 2. COSTO Y TIEMPOS DEL PROCESO PROPUESTO

		PROCESO ACTUAL	PROPUESTA	DIFERENCIA	% REDUCCIÓN
COMPRAS	COSTO UNITARIO	\$2,833.33	\$ 2, 500.00	\$ 333.33	11.76%
	TIEMPO TOTAL	3d 11h 40m	3d 10h 50m	50m	.99%
COMPRAS ESPECIALES	COSTO TOTAL	\$ 6, 120.83	\$ 3, 634.03	\$ 2, 486.80	40.62%
	TIEMPO TOTAL	9d 5h 5m	7d 1h 48m 49s	2d 3h 16m 49s	23.29%

I. CONCLUSIONES

Al documentar y mapear los procesos, se obtiene claridad de cómo se están realizando los procesos y también de cómo podrían realizarse de mejor manera.

Al implementar los cambios sugeridos se podrá obtener una reducción de tiempos y de costos, lo que generará tiempo disponible del gerente de compras para enfocarlo en actividades que agregarán un mayor valor al proceso, por ejemplo, la creación y análisis de reportes.

REFERENCIAS

[1] H. Camacho, K. L. Gómez, y C. A. Monroy, “Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones,” LACCEL, vol. 10, pp.2, Julio 2012. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/fldea>

[2] A. Sangry, Administración de compras, 1ra ed. México: Grupo Editorial Patria, 2014, pp.5. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/w0gfv>

[3] A. Montoya, Conceptos modernos de administración de compras, vol. 1, 19 ed. Colombia: Editorial Norma, 2002, pp.5 . [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/zq5bq>

[4] S. G. Orellana, “Evaluación de las compras corporativas de medicamentos en el sector salud, Lima 2014-2016” Tesis maestría, Gestión de los servicios de la salud, Escuela de posgrado Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú, 2018. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/2c85a>

[5] S. Sesma, O. Gomez, V. Wirtz y M. Castro. Abasto, surtimiento y gasto de bolsillo en medicamentos en hospitales públicos de México en 2009. Salud pública Méx, vol.53, pp.470-479. Enero, 2011. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/tmtlw>

[6] J. Freund, B. Rücker y B. Hitpass, BPMN Manual de Referencia y Guía Práctica con una introducción a CMMN Y DMN. 5ta ed. Chile: Camunda, 2017, pp. 3-4. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/aqs0k>

[7] EAE Business School (2017, Mar 2) 7 formas diferentes de optimizar la gestión de compras [En línea] Disponible en: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/gestion-de-compras/>

[8] G. Salas, y M. Campoverde (2019), “Proceso de Gestión de Asistencia Técnica. Caso de estudio: Hospital General Isidro Ayora de Loja, Ecuador”. *Dominio de las Ciencias*, 5(3), 159-183. [En línea] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v5i3.930>

[9] Ercolani G., “Análisis del potencial del cloud computing para las PYMES: un modelo integrado para evaluar software as a service (SaaS) en la nube pública” Tesis Doctoral, Comunicación y documentación, Universidad de Murcia, Murcia, 2017. [En línea] Disponible en: <file:///C:/Users/soporte/Downloads/TGE.pdf>

[10] L. Muñoz y R. Prat. “La implantación de sistemas ERP: su efecto sobre la organización y los recursos humanos” *Partida Doble*, Vol 150, pp. 32-45, Diciembre 2003. [En línea] Disponible en: <http://xurl.es/xz8ce>

[11] P. A. da Conceicao y F. Gonzalez, “Maximizing the benefits of ERP Systems”. *JISTEM J.Inf.Syst. Technol. Manag*, vol.7, n.1 pp.5-32. 2010. [En línea] Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-

17752010000100002&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1807-1775. <http://dx.doi.org/10.4301/S1807-17752010000100001>.

- [12] Operación y Logística, “Hospitales privados: Caso de éxito” Sintec Consulting, México 2012 [En línea], Disponible en : https://sintec.com/p_innovador/hospitales-privados/
- [13] G. Sánchez, Cuantificación y generación de valor en la cadena de suministro extendida, León: Del Blanco editores, 2018, pp. 100. [En línea], Disponible en : <https://books.google.com.mx/books?id=mNuUduFpNNEC&pg=PA100&dq=compras+en+la+cadena+de+valor&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjD7-qPIIDjAhVJ7J4KHaxwDAAQ6AEILTAB#v=onepage&q=compras%20en%20la%20cadena%20de%20valor&f=false>
- [14] A. Martínezy J. C. Cegarra, Gestión por proceso de negocio: Organización horizontal. Madrid: Editorial Economista, 2014. [En línea], Disponible en : <http://xurl.es/fwa0h>
- [15] S. Gonzales, “Procedimientos administrativos para el mejoramiento de la calidad de servicio en la Empresa Korea Motos S.R.L - José Leonardo Ortiz – Chiclayo”. Tesis licenciatura, Ingeniería empresarial, Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú, 2017. [En línea] Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10918>

InnOvaciOnes de NegOciOs 17(34): 234-253
© 2019 UANL, Impreso en México (ISSN: 2007-1191)
Recepción: 8 julio de 2020 Aceptación: 16 julio de 2020

Guías de diseño para generar flujo de trabajo en proceso de compras (Design lines to generate workflow in purchasing process)

Cristel Fragoso Pacheco, Gilberto Borrego, Ramón Palacio Cinco y Mario A. Núñez

Instituto Tecnológico de Sonora
cristel.fragoso208111@potros.itson.edu.mx

Abstract. Purchase management is the process which responds to the changing demands of the environment, resulting in increased profits for companies. Specifically, purchases in health institutions are becoming more relevant, since these institutions have the challenge of serving with quality, providing timely responses, ensuring security in their purchases, acting efficiently and being in constant innovation. The context in which purchases for health institutions involves growing demand, rapid technological evolution and limited economic and financial resources. Workflow system is a highly supportive tool for the management of any process, it consists of focusing on the procedure of each work activity assigning resources and tasks, making the work more efficient through improving procedures. The main objective of this document is proposal of through the a case study carried out with PADM (Process Analysis Design Methodology) and an analysis of tools found in the market, a design guide to implement a workflow system in the private clinics purchasing process that reduces time and costs.

Key words: BPM, Design guide, Purchase management, Workflow.

JEL: D23, O3,14, O30, O31

Resumen. La gestión de compras puede responder a las demandas cambiantes del entorno y resultar en un incremento en los beneficios para las empresas. Específicamente las compras en instituciones de salud cada vez adquieren mayor relevancia, ya que tienen el reto de atender con calidad, brindar respuestas oportunas, contar con seguridad en sus compras, actuar con eficiencia y estar en constante innovación, teniendo en cuenta el contexto de demanda creciente y exigente, una rápida evolución tecnológica, con recursos económicos y financieros generalmente limitados. El sistema flujo de trabajo es una herramienta de gran apoyo para la gestión de cualquier proceso, consiste en enfocarse en el procedimiento de cada actividad de trabajo asignando recursos y tareas, logrando que el trabajo sea más eficiente a través de la mejora de los procedimientos. Es por ello que el presente documento es un estudio de caso llevado a cabo mediante una metodología no

experimental, la utilizada es PADM (Process Analysis Design Methodology) y un análisis de herramientas que se encuentran en el mercado el cual propone una guía de diseño para implementar un flujo de trabajo en el proceso de compras de clínicas privadas que disminuya tiempos y costos.

Palabras clave: BPM, Flujo de trabajo, Gestión de compras, Guía de diseño.

Introducción

El comportamiento de los mercados presenta cambios constantes, lo cual obliga a las empresas a crear estructuras más flexibles para adaptarse a esos cambios, para ello deben prepararse y poder suministrar lo que los clientes demanden (Montoya, 2002). La sistematización de los procesos de las empresas, es una labor de gran impacto, de la que se puede ocupar eficazmente con la tecnología informática, desarrollando sistemas como el de flujo de trabajo conocido como workflow. El concepto de flujo de trabajo se originó pensando en la automatización de fabricación y de labores de oficinas, la idea es enfocarse en el procedimiento de cada actividad de trabajo asignando recursos y tareas, logrando que el trabajo sea más eficiente a través de la mejora de los procedimientos (Jiang et al., 2015).

Por su parte Salamanca y Gravito exponen un aplicativo informático que se basa en metodología Business Process Management (BPM)(Jiménez et al., 2007), el cual J. Freund, B. Rücker y Hitpass lo definen como una “Disciplina de gestión por procesos de negocio y de mejora continua apoyada fuertemente por tecnología de información” (Freund et al., 2017) , Salas y Campoverde agregan que flexibiliza el modelado y se facilita la comprensión y automatización del proceso (Salas & Campoverde, 2019); y el workflow, dónde muestra los múltiples beneficios que se obtuvieron al implementar ambos en el aplicativo informático, tales como incremento en la productividad de su capital humano, eliminando actividades repetitivas en la gestión de documentos, incremento en la efectividad y reducción en el tiempo de sus procesos administrativos, resultando en una satisfacción de las personas involucradas (Jiménez et al., 2007).

A parte de la metodología y el aplicativo antes mencionados, también existen plataformas y aplicaciones que brindan soporte al proceso de compras, así como software en la nube para digitalizar y centralizar la información del departamento de compras. Las plataformas y aplicaciones ayudan a simplificar y automatizar la gestión diaria del proceso, a disponer de

herramientas de análisis y negociación con proveedores, para obtener mejores resultados y optimización del tiempo de los procesos. Algunas de esas plataformas son BidDown (<https://biddown.com>), Yaydoo (<https://www.yaydoo.com/es>), Monday (<https://www.monday.com>), y Wrike (<https://www.wrike.com/es>).

Una buena gestión de las compras puede responder a demandas cambiantes y resultar en un incremento de los beneficios en la empresa (Andino, 2006). El sector salud no es ajeno a esta realidad de demandas cambiantes, por lo que las compras hospitalarias cada vez adquieren una mayor relevancia en los planes y estrategias de dichas instituciones, ya que tienen el reto de atender con calidad, brindar respuestas oportunas, contar con seguridad en sus compras, actuar con eficiencia y estar en constante innovación, teniendo en cuenta el contexto de demanda creciente y exigente, una rápida evolución tecnológica, y con recursos económicos y financieros generalmente limitados (Camacho et al., 2012). Es por ello que se necesita de aplicaciones cada vez más complejas y destinadas a usuarios con más exigencia y con perfiles más variados, la personalización de las aplicaciones y su adaptación en función de la plataforma o del contexto en las que se ejecutan, se encuentran entre los requisitos principales a cumplir (Inglés-Romero & Vicente-Chicote, 2012).

Para la creación de dichas aplicaciones, los desarrolladores pueden utilizar un documento llamado guías de diseño que les sirve de soporte en la construcción de los sitios web (Beltrán & García, 2018). El objetivo de este documento es plasmar una guía de diseño con los principales componentes de un workflow para el proceso de compras hospitales privados.

El resto del artículo se estructura de la siguiente forma. En la sección 2 se presenta una breve revisión de literatura sobre el sistema workflow. La sección 3 describe el método utilizado para llegar a la guía de diseño. La sección 4 presenta los resultados obtenidos con respecto al método y con base en ellos, la guía de diseño resultante. Por último en la sección 5 se proporcionan algunos comentarios finales y futuras investigaciones.

Marco teórico

Actualmente nos encontramos en un entorno volátil, incierto, complejo y ambiguo, el cual da pie a un entorno competitivo donde debe haber una

adaptación tecnológica para poder prosperar en estos cambios del ambiente en tiempo y forma (Haposan et al., 2020). Dhir y Mital (2013) proponen que las organizaciones deben tomar continuamente ventaja de las oportunidades de mercado en evolución, y reaccionar rápidamente a cualquier cambio o evoluciones en el mercado (Dhir, 2018). Es por ello que se necesita de sistemas y tecnologías complementarias para los procesos, que aporten un carácter dinámico, y que proporcione un flujo constante durante el desarrollo de las actividades, y se trata de los workflow, herramientas que automatizan los procesos de la organización (Rodríguez & González, 2002).

Un estudio realizado sobre la gestión de compras de una cooperativa agraria (Gómez, 2013), aborda el tema de la implementación de workflow para mejorar la gestión de compras de suministros, automatizando los procesos de trabajo y generando control en las diferentes etapas donde los documentos y la información se mueven entre los involucrados del proceso. Los beneficios que muestran son reducción de costos, pues al evitar los tiempos muertos con la automatización de las tareas relevantes, se aumenta el rendimiento de los trabajadores, además, las tareas costosas como la búsqueda, comparativa, análisis y envío de documentos pasa ahora a manos del sistema workflow.

Por su parte Orellana (en su trabajo de tesis menciona que Videnza Consultores (2018), observaron costos ocultos causados por la falta de planeación en la programación de las compras, que, a su vez, ocasionaron retrasos en la preparación, afectando la etapa de ejecución ya que se generan retrasos en las emisiones de órdenes de compras y en los pagos (Orellana, 2018).

De lo anterior expuesto, resalta la importancia de adaptarse al comportamiento del entorno con un sistema workflow que automatiza los procesos, aumentando los beneficios reduciendo costos, aumentando el rendimiento de trabajadores, eliminando retrasos, sólo por mencionar algunos en términos generales. Uno de los trabajos más relacionados colecta definiciones del significado de workflow por parte de varios autores y mencionan los múltiples beneficios del sistema, el antes mencionado trabajo de Gómez (2013) ese enfoca en mejorar la gestión del proceso de compras de una cooperativa agraria de España por medio de workflow. Sin embargo, no se encontró ninguna guía de diseño en la cual los desarrolladores de software que den soporte en los hospitales puedan apoyarse para

implementar el sistema workflow como herramienta para facilitar la automatización del proceso de compras adoptando las medidas indicadas a partir de un previo análisis. El contar con guías de diseño sería un recurso muy útil para los diseñadores ya que en ella encontrarían detalladamente puntos relevantes a incluir en el sistema.

Método

En esta sección se presenta la metodología utilizada en este estudio de caso para obtener las guías de diseño. El alcance dentro de este artículo es llegar a la propuesta de las guías de diseño, para lograrlo se hizo uso de una metodología no experimental, en la que se observa el fenómeno, en este caso el proceso, tal como se da en su contexto natural para ser analizado (Hernández et al., 2014). La metodología se divide en dos etapas, en la primera etapa se aplica la metodología para el análisis y diseño de procesos (PADM- Process Analysis Design Methodology) con la que se analizará cada una de las actividades del proceso de compras, tiempo total del proceso y el costo con respecto a horas hombre en una jornada laboral, y en la segunda etapa se realiza un análisis de plataformas existentes en el mercado.

La metodología PADM cuenta con un marco extensible, flexible, y por lo tanto adaptable, consta de 4 fases (Martinez & Cegarra, 2014):

1. Captura
2. Modelado
3. Análisis y evaluación
4. Rediseño

Sujeto

El sujeto de estudio de este proyecto, se enfoca al área de compras de una clínica hospital privada, específicamente en sus procesos de compras de cuadro básico y compras especiales, dónde en la gestión de dichas compras se maneja diariamente diferentes cantidades de información física y digital, sus procesos y procedimientos no están estandarizados ni documentados, por lo que se considera necesaria la implementación de un sistema Workflow.

La información fue proporcionada por el gerente de compras, el director administrativo, el almacenista y por la persona responsable de auditoría interna.

Materiales

Los materiales y herramientas necesarias para recolectar la información del proceso en estudio fueron los siguientes:

- Entrevistas semi-estructuradas, donde se pregunta a detalle por las actividades que comprenden los procesos de compras y compras especiales, las personas que intervienen, los roles, y las principales problemáticas que se presentan.
- Sistema modelador Bizagi (<https://www.bizagi.com>). Bizagi es un modelador de procesos que permite representar de forma esquemática todas las actividades y decisiones que se toman en el negocio. Con una interfaz que recuerda a Microsoft Office, Bizagi Process Modeler cumple con el estándar BPMN (Business Process Management Notation). Es gratuito, intuitivo y potente software de modelamiento de procesos.

Procedimiento

Una vez realizadas las reuniones iniciales con la empresa para expresar los intereses de cada una de las partes y establecer el acuerdo de colaboración, el procedimiento seguido en la primera etapa fue de acuerdo a las fases de la metodología PADM:

- 1) Captura: En esta etapa se obtiene información del proceso, del cómo se lleva a cabo, con herramientas como entrevistas semiestructuradas, observación, y obtención de documentos relevantes al proceso. De esta etapa se obtiene la descripción a detalle del proceso, en el que se identifican las responsabilidades de los involucrados y los tiempos de las actividades.
- 2) Modelado: Para modelar se usan técnicas diagramáticas, con el fin de analizar lo más relevante del proceso, como las actividades, su coordinación, el personal involucrado, los roles, los tiempos, interacciones, sistemas utilizados, etc. En esta etapa, se presenta el modelado del proceso a las personas involucradas para validar la

información y corregir si es necesario. Las técnicas diagramáticas tienen un soporte por medio de herramientas de software para poder analizar los modelos, las técnicas utilizadas fueron Gráfica rica, Diagrama Rol-Actividad (RAD), IDEF0 y BPMN (Business Process Management Notation), éste último es el usado como base de estudio para correr una simulación en el software de Bizagi.

- 3) Análisis y evaluación: En esta etapa se verifica que el modelo describa correctamente el proceso. Es muy importante realizar esta parte de la fase ya que sin un correcto análisis se podría tener información faltante, o incorrecta, lo que nos llevaría a tomar decisiones erróneas para el rediseño. Al realizar el análisis y la evaluación del proceso se podrán detectar actividades como duplicidad de información o tareas, o actividades irrelevantes. También es importante preguntar a los involucrados qué problemas detectan ellos, aquí se revisa el recurso humano, los tiempos, capacidad, estructura tecnológica, entre otros. El resultado final debe ser la comprensión de la necesidad de mejoría y el alcance de la mejoría, que signifique resultados satisfactorios para la empresa.
- 4) Rediseño y propuesta de mejora: Aquí los cambios o rediseños de actividades del proceso se hacen con el fin de proponer mejoras al mismo, en esta fase se proyectan primero mediante un modelado, las mejoras del proceso, principalmente eliminando actividades que no agregan valor, y se crea una simulación de la propuesta en bizagi para validarlo con el personal involucrado en el proceso.

Para la segunda etapa se seleccionaron aplicaciones que utilizan workflow, tomando como base las principales necesidades detectadas en la fase 4 de la primera etapa de la metodología, partiendo del análisis de las aplicaciones se realizó un aglomerado de las principales funciones que debe de tener el sistema workflow de un proceso de compras en hospitales privados para ser plasmados posteriormente en una guía de diseño.

Resultados

Análisis, evaluación y rediseño

Con la aplicación de la metodología PADM en este caso de estudio se obtuvieron los siguientes resultados.

El proceso inicia cuando se detecta la necesidad de que un bien o servicio debe ser adquirido y finaliza cuando se cumplen las obligaciones establecidas con los proveedores. Los procesos de compras se dividen en dos: compras de medicamento de cuadro básico, son fármacos que se pueden prescribir en la clínica con autorización del Consejo de Salubridad General (Instituto Mexicano del Seguro Social, s/f), y en compras especiales, las cuales son cualquier necesidad de compra fuera del medicamento de cuadro básico, pudiera ser equipo médico, mobiliario, instrumentos, etc.

El área de compras hace uso de un módulo entro del sistema ERP (Enterprise Resource Planing), el cual se define como un “sistema de planificación de los recursos y de gestión de la información que de una forma estructurada puede satisfacer la demanda de las necesidades de la gestión empresarial” (Muñiz & Prat, 2003), con ellos las empresas reducen costos y aumentan su eficiencia, estandarizando, racionalizando y agilizando los procesos de negocio (Conceição & Gonzalez, 2010). El sistema ERP de la clínica llamado Sistema Hospital Integral (SHI), fue desarrollado por un empleado de la empresa, actualmente no cuenta con un módulo para compras, y no es compatible con dispositivos móviles. El área de compras hace uso de ventanas relacionadas con el módulo de inventario, también hace uso de una plataforma externa llamada Bionexo (<https://beta.bionexo.com>), la cual es un Marketplace de negocios para el área de salud, posee un conjunto de soluciones digitales que permiten a las instituciones de salud realizar la gestión online de todo su proceso de compras y abastecimiento, la clínica utiliza esta plataforma únicamente para solicitar cotizaciones y realizar algunas compras.

Las actividades identificadas en los procesos de compas y compras especiales se muestran en la Figura 1. También se obtuvieron las áreas o departamentos que en algún punto tienen participación con el proceso, las cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de áreas que intervienen en el proceso de compras

Área	Descripción
Cualquier área emisora de solicitud de compra	Enfermería, Administración, Dirección, Laboratorio, Intendencia, Mantenimiento, Farmacia
Compras	Gestionar la compra y adquisición de todos los suministros con los que opera el hospital (material médico quirúrgico, equipo médico, materiales de papelería e intendencia, así como los medicamentos que son de vital importancia para nuestros pacientes).
Almacén	Recibe y revisa los materiales, repuestos, equipo médico y otros suministros que ingresan al almacén, acomodando los materiales por fechas de caducidad evitando tener suministros que estén próximos a caducar. Surtiendo los materiales solicitados por farmacia para el cumplimiento de las necesidades de los pacientes.
Dirección administrativa	Planea, organiza y controla las actividades de la empresa, con el objetivo de apoyar a generar mayor rentabilidad, realizar toma de decisiones en forma oportuna y confiable en beneficio de la operación de la empresa. Crea lineamientos de control, análisis financiero, supervisar cumplimiento de políticas, y sinergia con las demás áreas operativas para lograr los objetivos.

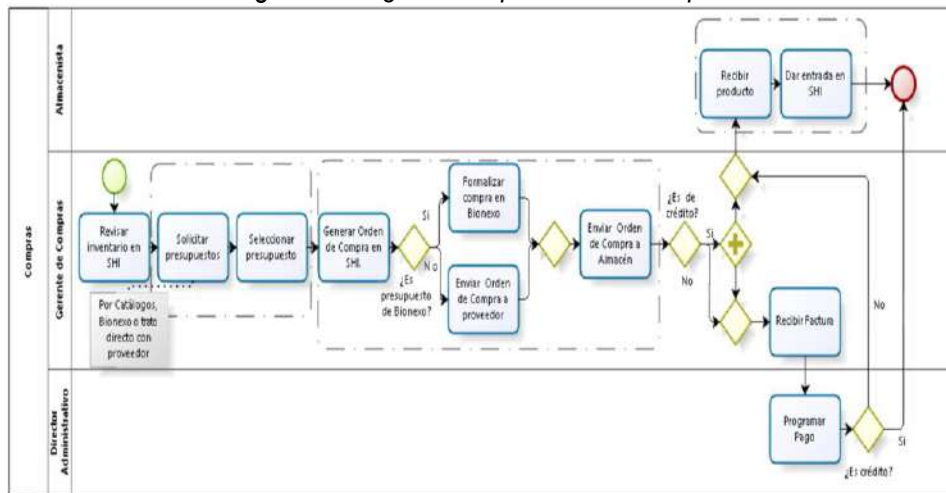
Fuente: Elaboración propia.

Con la información obtenida de la fase de captura se modelaron los procesos de compras y compras especiales con diferentes técnicas, para fines de análisis se utilizaron los diagramas BPMN, los cuales se muestran en la Fig. 1 y Fig. 2.

Al realizar la simulación del proceso real de compras de cuadro básico, mostrado en la Figura 1, se encontró que el proceso tiene una duración de 3 días, 11 horas, 40 minutos, y un costo de horas hombre de \$2,833.33, al analizar esta parte del proceso se encontró con tiempo invertido en el tráfico de documentos en físico, inconsistencias en inventario, actividades manuales

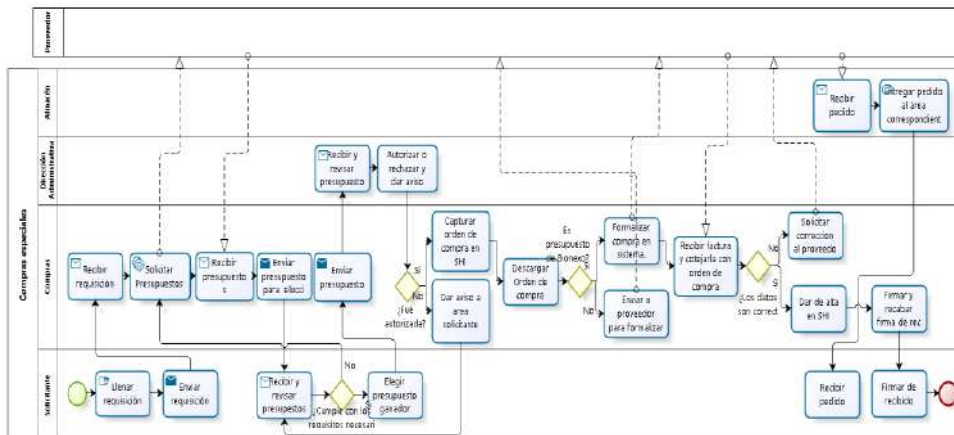
que pudieran ser automatizadas, y tiempo de espera para la recepción de presupuestos.

Figura 1. Diagrama de proceso de compras



Fuente: Elaboración propia utilizando el software Bizagi modeler

Figura 2. Diagrama de proceso de compras especiales



Fuente: Elaboración propia utilizando el software Bizagi modeler

En la simulación y análisis del proceso real de compras especiales mostrado en la Figura 2, se obtuvo una duración de 9 días, 5 horas, 5 minutos, con un costo de \$ 6,120.83, este proceso presenta las mismas actividades que no generan valor del proceso de compras de cuadro básico, sumado a un tráfico de información mediante intermediarios, y esperas en autorizaciones de las cotizaciones y los presupuestos. De manera más específica se detectó lo siguiente:

- Las requisiciones son llenadas y entregadas de manera física y a mano, lo que ocasiona que el personal salga de su área de trabajo, y acumulación de papel para su traslado.
- Las cotizaciones se realizan de diferente manera, dependiendo del tipo de compra que se vaya a realizar, puede ser por sistema Bionexo o directamente con el proveedor.
- El llenado de orden de compra se realiza en físico y a mano, también es llenado digitalmente en el SHI, el cual tiene que ser descargado para luego enviarse al proveedor, en caso de no ser compra de Bionexo, en caso de ser compra de Bionexo es enviado directamente desde la plataforma al formalizar la compra aceptando el presupuesto del proveedor seleccionado como el mejor.
- En caso de compras especiales, una vez recibidas las cotizaciones son enviadas al área solicitante para su aprobación, una vez aprobada se le regresa al encargado de compras, y este la envía al director administrativo para su última aprobación, en caso de ser rechazado por alguno, se repite la operación con otra cotización. Esta parte del proceso genera muchos tiempos de espera, ya que el área solicitante o el director administrativo debido a su carga de trabajo pueden tardar de uno, dos o hasta tres días en contestar con aprobación, esto genera un retraso en lo consecutivo del proceso.
- Una vez realizada la compra, al llegar el producto la factura se coteja manualmente, revisando que todos los datos estén correctos y coincida con los datos especificados en la orden de compra, posteriormente se le da entrada al SHI.
- Para poder solicitar cotizaciones de medicamento del cuadro básico, primero se tiene que realizar una revisión de mínimos y máximos en SHI, una vez seleccionados manualmente los productos que están en su mínimo, se

hace una lista para poder subirla al sistema Bionexo, todas estas actividades manuales requieren de tiempo y cuidado específico.

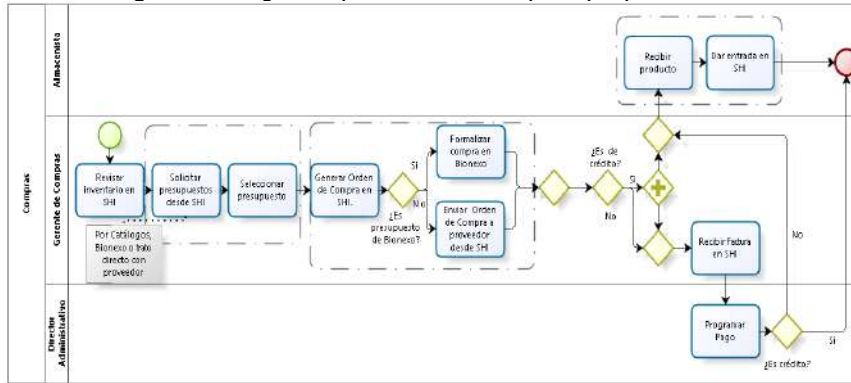
Con base en el análisis realizado se propone lo siguiente:

- Integrar módulo de requisiciones en Sistema Hospital Integral, para eliminar el formato en físico y el traslado del personal.
- Integrar solicitud de cotizaciones desde SHI para que todas las cotizaciones se realicen desde ese sistema. Además, agregar una restricción de tres cotizaciones para poder realizar orden de compra, así se asegura que realmente se estén solicitando cotizaciones a varios proveedores.
- Sistema de alertas en SHI, donde todos los involucrados estén informados de en qué estado se encuentra el proceso, quien está tardando en realizar lo que le corresponde y el mismo sistema esté mandando las alertas a las personas involucradas o responsables, de esos estados, y cuando llegue un nuevo formato o actividad.
- Automatizar la validación de factura electrónica con orden de compra como respaldo, dentro de SHI. La factura electrónica es un comprobante fiscal digital que se genera mediante internet (CFDI) se compone de dos documentos un XML y un PDF, es emitido a través del Servicio de Atención Tributaria en México para que se tenga registro de lo que una empresa o comerciante vende. La validación consistiría en anexar formato XML al recibirlo del cliente, y el sistema lo comparará con la orden de compra generada correspondiente a esa compra y con los datos fiscales de la clínica (*Factura electrónica, s/f*).
- Enlace desde SHI al sistema Bionexo, para eliminar los tiempos de revisión de inventarios y selección de producto por producto, con este enlace automáticamente se cargarían los productos que se encuentran en mínimos al sistema Bionexo para solicitar.

Se realizó el diagrama con la simulación de tiempos y costos aplicando los cambios propuestos mostrados a continuación en la Fig.3 correspondiente al proceso de compras, y Fig.4 correspondiente al proceso de compras especiales. Al realizar la simulación se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 2 donde se puede observar que los tiempos y costos disminuyeron en ambos procesos tal como los resultados obtenidos por

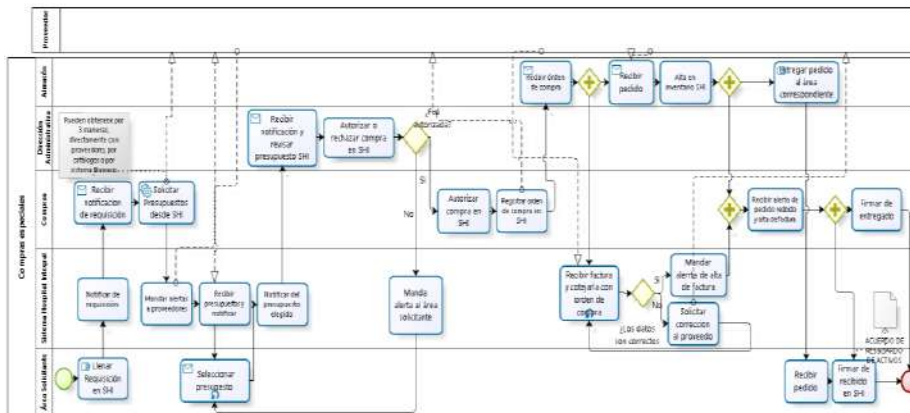
Gómez (2013), por una vez que se realiza el proceso de compra de cuadro básico se reduce un 11% el costo de horas hombre y un 0.99% el tiempo total, cabe resaltar que es la reducción de una sola corrida del proceso el cual se realiza diariamente.

Figura 3. Diagrama proceso de compras propuesto



Fuente: Elaboración propia usando el software Bizagi modeler

Figura 4. Diagrama proceso de compras especiales propuesto



Fuente: Elaboración propia usando el software Bizagi modeler

Tabla 2. *Tiempos y costos obtenidos en las fases de modelado y rediseño*

		Proceso	Propuesta	Diferencia	% producción
Compras	Costo Unitario	\$ 2,833.33	\$ 2,500.00	\$ 333.33	11.76%
	Tiempo total	3d 11h 40m	3d 10h 50m	50m	.99%
Compras especiales	Costo total	\$ 6,120.83	\$ 3,634.03	\$ 2,486.80	40.62%
	Tiempo total	9d 5h 5m	7d 1h 48m 49s	2d 3h 16m 49s	23.29%

Fuente: Elaboración propia

Para el proceso de compras especiales se tiene una reducción de costos de horas hombre del 40.62% y un 23.29% del tiempo total.

Guías de diseño

Una vez realizada la simulación de las propuestas para el caso de estudio, esta sección se muestra una serie de recomendaciones generales de diseño obtenidas a partir del análisis de las necesidades del caso de estudio y del análisis de diferentes plataformas como Monday, BidDown y Wrike, aplicaciones que utilizan workflow como herramienta.

1) Línea del tiempo

Se propone que se muestre una línea del tiempo dónde cada persona que interviene en el proceso tenga acceso a ella, y pueda visualizar en qué punto se encuentra el proceso, y el estado de cada actividad dentro de él, con ello se tendría información clara para cualquier interesado en el proceso y sobre todo detectado siempre quien es la persona responsable de que el proceso esté detenido en caso de que esto sucediera. Por ejemplo, en el proceso estudiado de compras especiales hay dos actividades donde se tiene que esperar autorización de la actividad, en caso de que al responsable se le olvide autorizar, puede retrasarse días la llegada del producto a comprar, sin la información de la línea del tiempo, nadie tiene conocimiento del retraso, ni el motivo, ni el responsable de ello.

2) Cronograma

Agregar fechas de inicio y plazos específicos para las actividades que lo requieran, así como las vistas del cronograma del proceso. Con este punto es donde se especifica a cada responsable de la actividad, cuanto tiempo tiene para realizarla, y todos los integrantes e interesados del proceso tienen visibilidad de ello.

3) Prioridad

Facilidad de agregar grados de prioridad tanto al proceso como a cada actividad: Alta, media, o baja. Con ello todos los responsables del proceso tienen conocimiento de la prioridad que debe tomar su actividad, debido a que no todas las compras son del mismo producto ni tienen la misma prioridad, incluso un mismo producto puede cambiar de prioridad dependiendo la situación.

4) Asignar tareas

Asignar un responsable a cada actividad, dónde automáticamente se le envía una notificación con la información relevante (prioridad y plazos) al momento de la asignación. En el proceso estudiado las personas tienen sus actividades asignadas informalmente, ellos saben lo que tienen que hacer, pero no hay ningún documento o sistema que se los estipule, al momento de asignar las tareas en el sistema queda registrado el responsable de cada actividad, sobre todo porque a excepción del encargado de compras para los demás involucrados este proceso no se encuentra entre sus actividades primordiales, por lo que pueden ir dejando pasar su responsabilidad dentro del proceso de compras y retrasarlo.

5) Comunicaciones

Interfaz y automatización para el envío de documentos, alertas, menciones y mensajes con opciones de respuesta. Esto ayudará a disminuir tiempos en la comunicación, eliminar traslados, y documentación en físico. En el proceso estudiado se entregan formatos en físico, hay actividades de espera por autorización en la que si no se obtiene respuesta es necesario enviar un correo o realizar una llamada para apurar la respuesta por parte de la persona encargada de autorizar para poder continuar con el proceso, es lo que se busca eliminar con este punto.

6) Integración

Habilitar integración con otras aplicaciones, plataformas o herramientas de gestión y comunicación (correo electrónico, plataformas de proveedores, etc.), para que dentro del mismo sistema se puedan recibir y enviar correos, documentos, y mensajes sin tener que salir de él. En el proceso se observó que hay muchas actividades donde el responsable de compras tiene que descargar documentos como las cotizaciones, órdenes de compra o facturas, para después enviarlas por correo a quien corresponda, con este punto

podría enviarlo directamente desde el sistema a la plataforma que más convenga para el proceso, ya sea correo electrónico o plataforma del proveedor, por mencionar algunos. Logrando así centralizar la información del departamento de compras en el sistema, que es lo que ofrecen todas las plataformas analizadas.

7) Catálogo de proveedores

Crear una agenda homologada de proveedores, dónde se puedan agregar y evaluar aspectos de interés para el proceso de compra (producto, satisfacción, condiciones de pago, porcentajes de descuentos, etc). Actualmente en el proceso cuentan con una agenda de proveedores, pero lo que desconocen son los porcentajes de descuento con los que cuentan con cada uno, o si ya consumen el estimado necesario para acceder a un descuento mayor, ya que los proveedores manejan su descuento por cantidad de consumo.

8) Cotizaciones y órdenes de compra

Poder solicitar cotizaciones y enviar órdenes de compra a los proveedores desde el sistema, así como crear un historial y seguimiento de ellas. Para el proceso de compras estudiado, no se cuenta con un sub proceso estandarizado, ya que las cotizaciones que se realizan directamente con el proveedor, por la plataforma Bionexo, o por los catálogos, no se cuenta con un registro de ellos, y en el caso de las compras especiales, solo se guarda cuando el producto comprado tiene un costo muy elevado. En el caso de las órdenes de compras como antes se mencionó, se realizan en formato en físico y después en el sistema. Al implementar la cotización y orden de compra desde el sistema se contará con el historial de cada una de ellas, y en caso de ser necesario dar seguimiento.

9) Agenda electrónica

Facilidad de cargar agenda de contactos, y de invitar a través del sistema aquellos contactos que desee.

10) Reportes

Posibilidad de generar reportes de todo aquello que ocurre en los procesos, poder visualizar el progreso de cada tarea, comparar resultados con resultados anteriores, presupuestos, descuentos obtenidos, cronogramas, líneas del tiempo, etc. Este apartado es uno de los principales elementos de la plataforma Monday, dónde se hace recuento de todo lo realizado, y se encuentra a disposición de los interesados, porcentajes,

tiempos totales, comparación entre procesos realizados, tiempos de espera, toda la información importante para la toma de decisiones y posibles mejoras del proceso.

Con los puntos mencionados de la guía de diseño se cumplen a los beneficios que muestra Gómez (2013) en su estudio, donde al implementar el sistema workflow se mejora la gestión de compras, logrando automatizar los procesos de trabajo, y así generar control en todas las etapas del proceso donde los documentos y la información se mueven entre los involucrados, reduciendo costos y aumentando el rendimiento de los trabajadores ya que tareas como la búsqueda, reportes para análisis, envío de documentos, pasa ahora a manos del sistema workflow. Además cumpliendo con una buena gestión de compras la empresa puede responder a demandas cambiantes y resaltar en más beneficios como lo menciona Andino (2006).

Conclusiones

En este artículo se presentó un estudio siguiendo la metodología PADM con los que se obtuvieron resultados de cómo se encontraba el proceso de compras, que llevaron a un análisis de herramientas en el mercado que establecen un flujo de trabajo donde se automatizan los procesos, se asignan tareas y prioridad de ellas, se integran aplicaciones, contando con alertas y con acceso la información de manera sencilla y en tiempo real, eliminando documentación en físico, así como poder visualizar el progreso de cada proceso; los cuales en estos momentos no se toman en cuenta y son vitales para optimizar los procesos a los que se apliquen.

Con las guía de diseño propuestas, la clínica podría implementar un sistema de flujo de trabajo en su proceso de compras, logrando disminuir tiempos y costos tal como se menciona en el trabajo de Gómez (2013). Las guías de diseño se obtuvieron a partir de los resultados y analizando otras herramientas en el mercado que apoyan la gestión de compras, de las que se obtuvieron los requerimientos del sistema de acuerdo al proceso de compras de una clínica privada.

Con la metodología PADM se pudo documentar y mapear el proceso, para analizar y detectar las mejoras que pudieran implementarse y crear un flujo de trabajo, automatizando los procesos y generando control en las diferentes etapas donde los documentos y la información se mueven entre

los interesados (Gómez, 2013), integrándolas en un único entorno, lo cual ayuda a las organizaciones a crear estructuras de adaptación tecnológica para prosperar ante cambios o evoluciones en el mercado (Haposan et al., 2020).

El objetivo de las guías presentadas fue identificar y establecer los principales requerimientos para un flujo de trabajo en el proceso de compras de un hospital privado y sus beneficios. A parte de beneficiar directamente al proceso de compras y a las personas involucradas, la clínica puede obtener más beneficios en otras áreas, como seguridad para los doctores y pacientes de que lo que receten siempre se encontrará disponible en la farmacia de la clínica, un orden y disponibilidad de documentos y alertas para que se realicen los pagos a los proveedores en tiempo y forma, un mayor flujo de efectivo ya que con el seguimiento y comparación entre proveedores se obtienen mayores descuentos, por lo tanto menor gasto y mayor ganancia en el medicamento.

Las guías de diseño presentadas pueden ser aplicada a otros hospitales privados sin necesidad de repetir la metodología PADM, incluso como trabajo futuro se pretende presentar para otros procesos, así como la implementación de la guía, primero elaborando las interfaces para que los usuarios la evalúen, realizando las correcciones en caso de necesitarlas y así poder con la implementación, seguimiento y análisis del sistema, lo que tendría un impacto exponencial en el hospital que lo implemente.

Las guías de diseño son una oportunidad para los hospitales privados de contar con un recurso en el cual basarse para comenzar con la automatización de sus procesos en la que encontrarán los elementos principales para lograr un flujo de trabajo y el beneficio que cada uno representa, otra oportunidad de estudio sería para el caso de hospitales públicos ya que los hospitales públicos realizan sus compras cada año con un proceso denominado compras consolidadas, las cuales se realizan por licitaciones y adjudicaciones, en el cual interviene el gobierno de México, la política de combate a la corrupción, la Oficialía Mayor de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en coordinación con el Sector Salud (Presidencia de la República, 2019).

Referencias

Andino, R. (2006). Gestión de inventarios y compras. En *eoi Escuela de Negocios* (p. 73).

- http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45152/componente45150.pdf
- Beltrán, B. A. G., & García, A. G. (2018). Guías De Diseño Web Para Facilitar El Acceso a La Información Desde Teléfonos Inteligentes. *Pistas Educativas*, 39(128), 586–606. <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1183>
- Camacho, H. C., Lorena, K., Espinosa, G., & Arboleda, U. S. (2012). Importancia de la cadena de suministros en las organizaciones. *LACCEI*, 10.
- Conceição, P., & Gonzalez, F. (2010). Maximizing the benefits of ERP systems. *Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, 7(1), 5–32. <https://doi.org/10.4301/S1807-17752010000100001>
- Dhir, S. (2018). *Flexible Strategies in VUCA markets* (S. Dhir (ed.)). Springer. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-981-10-8926-8>
- Factura electrónica*. (s/f).
- Freund, J., Rücker, B., & Hitpass, B. (2017). *BPMN Manual de Referencia y Guía Práctica* (5a ed.).
- Gómez, V. (2013). *La implantación de un sistema workflow para la mejora de gestión de compras del grupo ANECOOP*. <http://hdl.handle.net/10251/35076>
- Haposan, C., Husseini, F., Barkah, A., Prihatma, O., & Putra, B. (2020). An analysis on the importance of motivation to transfer learning in VUCA environments. *Management Science Letters*, 10, 271–278. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.9.005>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (McGraaw-Hill (Ed.); 6a ed.). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Inglés-Romero, J. F., & Vicente-Chicote, C. (2012). Guías de diseño para sistemas adaptativos basados en componentes. V *Jornadas de introducción a la investigación de la UPCT*, 96–98. <http://repositorio.upct.es/handle/10317/3268>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (s/f). *Medicamentos*. <http://www.imss.gob.mx/profesionales-salud/cuadros-basicos/medicamentos>
- Jiang, J. S., Yang, B., & Miao, Z. M. (2015). A workflow task assignment method based on the properties of task and user. *Computer Simulation*, 32, 222–225. https://www.jstor.org/stable/26543031?read-now=1&seq=5#page_scan_tab_contents
- Jiménez, A. P., Salamanca, P. A., & Garavito, L. A. (2007). Sistema de información orientado a procesos de negocio y flujos de trabajo en la Universidad Nacional de Colombia . Perspectivas y caso de estudio A business management- and workflow-orientated information system in the Universidad Nacional de Colombia: *Ingeniería e investigación*, 27(3), 193–202.
- Martínez, A., & Cegarra, J. G. (2014). *Gestión por procesos de negocio: organización horizontal*.
- Montoya, A. (2002). *Conceptos modernos de administración de compras* (Norma (Ed.); 19a ed.). <http://xurl.es/zq5bq>
- Muñoz, L., & Prat, R. (2003). La implantación de sistemas tipo ERP: Su efecto sobre la organización y los recursos humanos. *Partida doble*, 150, 32–45.
- Orellana, S. D. G. (2018). *Evaluación de las compras corporativas de medicamentos en el sector salud , Lima 2014 - 2016* [Universidad César Vallejo].

- http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12986/Orellana_YSDG.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Presidencia de la República, P. (2019). *Compra consolidada de medicamentos y material de curación 2020*. [Comunicado de prensa]. <https://www.gob.mx/presidencia/prensa/compra-consolidada-de-medicamentos-y-material-de-curacion-2020>
- Rodríguez, J., & González, J. (2002). Integración de las tecnologías de flujo de trabajo y gestión documental para la optimización de los procesos de negocio. *Ciencias de la Información*, 33(3), 17–28. <https://docplayer.es/7244726-Integracion-de-las-tecnologias-de-flujo-de-trabajo-y-gestion-documental-para-la-optimizacion-de-los-procesos-de-negocio.html>
- Salas, G., & Campoverde, M. (2019). Proceso de Gestión de Asistencia Técnica. Caso de estudio: Hospital General Isidro Ayora de Loja, Ecuador. *Dominio de las ciencias*, 5, 159–183. <https://doi.org/10.23857/dc.v5i3.930>

El Editor de la
Revista Inquietud Empresarial
Escuela de Administración de Empresas
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Sede Tunja

Certifica que:

Los investigadores Celia Yaneth Quiroz Campas, Lizeth Armenta Zazueta, **Carlos Jesús Hinojosa Rodríguez**, presentaron el artículo titulado **“Efectividad de un diseño instruccional en el rendimiento académico de los estudiantes de un curso en línea”**, el cual ha sido aceptado por parte del comité editorial de la Revista Inquietud Empresarial (ISSN 0121-1048 e ISSN 2422-3220) para su publicación en el volumen 19 y número 1.

La presente Certificación se expide en Tunja, a los **12** días del mes de **febrero** de **2020**.

Atentamente,



Fabio Raúl Blanco Mesa
Editor General Revista Inquietud Empresarial
Universidad Pedagógica y Tecnológica de
Colombia sede Tunja
Inquietud.empresarial@uptc.edu.co

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
TUNJA
INQUIETUD
EMPRESARIAL
U.P.T.C.



Uptc[®]
Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia



ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
UPTC - TUNJA



INQUIETUD EMPRESARIAL

Vol. XIX (1)
Enero-Junio
2019

ISSN: 0121-1048 IMPRESO
ISSN: 2422-3220 EN LÍNEA

Estado Legal

Copyright

Revista Inquietud Empresarial© Escuela de Administración de Empresas, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Los derechos de publicación de los artículos que aparecen en cada edición pertenecen a la Escuela de Administración de Empresas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Se autoriza la reproducción y citación del material que contiene la revista, siempre y cuando se indique de manera explícita: nombre de la revista, nombre del (los) autor (es), año, volumen, número y páginas del artículo fuente. La mención de productos o firmas comerciales en la revista no implica una recomendación o apoyo por parte de la Universidad ni de la Escuela; el uso de tales productos debe ceñirse a las recomendaciones de las etiquetas.

Periodicidad: Semestral

Edición: Fabio Blanco-Mesa email: fabio.blanco01@uptc.edu.co

Revisión: Fabio Blanco-Mesa email: fabio.blanco01@uptc.edu.co y Paula Fonseca email: paula.fonseca02@uptc.edu.co

Adquisición

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Escuela de Administración de Empresas. Avenida Central del Norte, Edificio Central, oficina C-247. Correos: inquietud.empresarial@uptc.edu.co - revistainquietud.empresarial@gmail.com

Conmutador: (57) (8) 7405626. Ext.: 2506 / 2510

Esta revista se puede encontrar en todas las bibliotecas de la Universidad Pedagógica de Colombia y en las instituciones educativas, tanto nacionales como internacionales, en convenio con la UPTC; también se encuentra en las páginas web

UPTC: http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/inquietud_empresarial

redib: https://www.redib.org/recursos/Record/oai_revista1942-inquietud=empresarial

Doaj: https://doaj.org/toc/0121-1048?source=%7B%22query%22%3A%7B%22filtered%22%3A%7B%22filter%22%3A%7B%22bool%22%3A%7B%22must%22%3A%5B%7B%22terms%22%3A%7B%22index_issn_exact%22%3A%5B%220121-1048%22%5D%7D%2C%7B%22term%22%3A%7B%22_type%22%3A%22article%22%7D%7D%5D%7D%7D%2C%22query%22%3A%7B%22match_all%22%3A%7B%7D%7D%7D%2C%22size%22%3A%100%2C%22_source%22%3A%7B%7D%7D

Emerging Sources Citation Index: https://mjl.clarivate.com/search-results?issn=0121-1048&hide_exact_match_fl=true&utm_source=mjl&utm_medium=share-by-link&utm_campaign=search-results-share-this-journal

Responsabilidad

Las ideas y afirmaciones consignadas por los autores están bajo su responsabilidad y no interpretan necesariamente las opiniones y políticas de la revista, ni responden forzosamente a la opinión del Editor de esta, ni de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

La recepción de un artículo no implicará compromiso de la revista Inquietud Empresarial, para su publicación.

Se autoriza su reproducción y citación para fines académicos indicando de manera explícita la fuente.

La revista Inquietud Empresarial aparece indexada en:

La revista Inquietud Empresarial aparece indexada en:



REVISTA INQUIETUD EMPRESARIAL
Volumen XIX No (1). Enero-Junio 2019.

ISSN: 0121 IMPRESO ISSN: 2422 EN LINEA

Ph. D. Fabio Blanco-Mesa

Editor en Jefe

Paula Fonseca

Asistente Editorial

Comité Editorial

Ph. D. Ana María Gil-Lafuente, Universitat de Barcelona, España

Ph. D. José María Merigó Lindalh, University of Technology Sydney, Australia y Universidad de Chile, Chile

Ph. D. Ernesto León-Castro, Universidad de la Salle Bajío- México y Universidad de la Santísima Concepción, Chile

Ph. D. Victor Alfaro-García, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

Ph. D. Agustín Torres, Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, España y EAE Business School, España

Comité Científico

Ph. D. Sandra Milena Zambrano Vargas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia

Ph. D. Marlen Suarez Pineda, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia

Mg. Norlando Sánchez Rueda, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia

Esp. Jaime Ignacio Bermúdez Guerrero, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia

Comité de Árbitros

Mg. Jorge Enrique Romero Muñoz, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia

Mg. Luís Fernando Espinoza Audelo, Universidad Autónoma de Occidente, México

Mg. Marlenne Velazquez, Universidad Autónoma de Occidente, México

Mg. Gina Fonseca-Cifuentes, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia

Mg. Adrian Castro, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia

Directivas

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Dr. Oscar Ramírez, Rector

Ph. D. Manuel Restrepo, Vicerrector Académico

Ph. D. Enrique Vera, Vicerrector de Investigación y Extensión

Ph. D. Lida Riscaveno, Editora en Jefe - Unidad Editorial

Mg. Lina López, Director Escuela de Posgrados Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Dr. Tirso Porras Porras, Decano de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Mg. Jenny Parada, Director Escuela de Administración de Empresas



REVISTA INQUIETUD EMPRESARIAL
Volumen XIX No (1). Enero-Junio 2019.

ISSN: 0121 IMPRESO ISSN: 2422 EN LINEA

TABLA DE CONTENIDOS

CARTA EDITORIAL	PÁG.
EL DESARROLLO DE LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS: UNA FORMACIÓN DE LAS AULAS HACIA LA INTERNACIONALIZACIÓN. <i>León-Castro, Ernesto</i>	I-IV
ARTÍCULOS	
ANÁLISIS DEL COMERCIO COLOMBIA: UNIÓN EUROPEA DESDE EL USO DE LOS INDICADORES DE COMERCIO EXTERIOR. <i>Torres Franco, Michael</i>	11-24
VALORACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE LAS VENTAJAS DE LA ALANZA DEL PACÍFICO POR PARTE DE LAS EMPRESAS PYMES DEL NOROESTE DE MÉXICO. <i>Becerra-Pérez, Luis A.; Sánchez-Meléndez, Eduardo P.</i>	25-48
PROVEEDORES LOCALES MEXICANOS EN LA CADENA DE VALOR DE ELECTRODOMÉSTICOS. <i>Velarde-Moreno, Oscar; Blanco-Jiménez, Mónica; Guerra-Moya, Sergio</i>	49-61
CAPITAL SOCIAL EN LA PERSPECTIVA DE LA TEORÍA DE RECURSOS Y CAPACIDADES: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO. <i>López-Inda, Karina Azucena; Alvarado Altamirano, Sergio; Fong Reynoso, Carlos; González Álvarez, Eleazar</i>	63-77
EFFECTIVIDAD DE UN DISEÑO INSTRUCCIONAL EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE UN CURSO EN LÍNEA. <i>Quiroz Campas, Celia Yaneth; Armenta Zazueta, Lizeth; Hinojosa Rodríguez, Carlos Jesús</i>	79-90
EL EFECTO DE LAS TUTORÍAS PRESENCIALES EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ALUMNOS DE ADMINISTRACIÓN DE UNA UNIVERSIDAD DEL NORTE DE MÉXICO. <i>Armenta Zazueta, Lizeth; Quiroz Campas, Celia Yaneth; Cota Valenzuela, Laura Violeta</i>	91-106

TABLE OF CONTENTS

EDITORIAL LETTER	PAG.
THE DEVELOPMENT OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES: A TRAINING OF THE CLASSROOMS TOWARDS INTERNATIONALIZATION. <i>León-Castro, Ernesto</i>	I-IV
ARTICLES	
COLOMBIA TRADE ANALYSIS: EUROPEAN UNION TRADE FROM THE USE OF FOREIGN TRADE INDICATORS. <i>Torres Franco, Michael</i>	11-24
VALUATION ON THE USE OF THE ADVANTAGES OF THE PACIFIC ALLIANCE BY SMES IN NORTHWESTERN MEXICO. <i>Becerra-Pérez, Luis A.; Sánchez-Meléndez, Eduardo P.</i>	25-48
MEXICAN LOCAL SUPPLIERS IN HOME APPLIANCE VALUE CHAINS. <i>Velarde-Moreno, Oscar; Blanco-Jiménez, Mónica; Guerra-Moya, Sergio</i>	49-61
SOCIAL CAPITAL IN THE PERSPECTIVE OF THE THEORY OF RESOURCES AND CAPABILITIES: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS. <i>López-Inda, Karina Azucena; Alvarado Altamirano, Sergio; Fong Reynoso, Carlos; González Álvarez, Eleazar</i>	63-77
EFFECTIVENESS OF AN INSTRUCTIONAL DESIGN IN THE ACADEMIC PERFORMANCE OF STUDENTS OF AN ONLINE COURSE. <i>Quiroz Campas, Celia Yaneth; Armenta Zazueta, Lizeth; Hinojosa Rodríguez, Carlos Jesús</i>	79-90
THE EFFECT OF THE PRESENCE TUTORIALS IN THE ACADEMIC PERFORMANCE OF THE ADMINISTRATION STUDENTS OF A UNIVERSITY OF THE NORTH OF MEXICO. <i>Armenta Zazueta, Lizeth; Quiroz Campas, Celia Yaneth; Cota Valenzuela, Laura Violeta</i>	91-106



Effectiveness of an instructional design in the academic performance of students of an online course

Volumen XIX No (1). Enero-Junio 2019. Pág. 79-90

ISSN: 0121-1048 IMPRESO ISSN: 2422-3220 EN LÍNEA

**Quiroz Campas, Celia
Yaneth.**

*Instituto Tecnológico de Sonora,
Ramón Corona S/N Col. ITSON,
CP.85860. Navojoa, Sonora,
México 85860.
celia.quiroz@itson.edu.mx
Autor correspondiente*

Armenta Zazueta, Lizeth.

*Instituto Tecnológico de Sonora,
Ramón Corona S/N Col ITSON,
CP.85860. Navojoa, Sonora,
México.
Lizeth.armenta@itson.edu.mx*

**Hinojosa Rodríguez,
Carlos Jesús**

*Instituto Tecnológico de Sonora,
Ramón Corona S/N Col ITSON,
CP.85860. Navojoa, Sonora,
México.
carlos.hinojosa@itson.edu.mx*

Abstract

The purpose of this research was to elaborate an online instructional design, and to identify the effectiveness of the academic performance on a course of the educational program bachelor's in administration of a University of northern Mexico. The course was taught in "SAETI, Sistema de apoyo a la educación con tecnologías de internet" (Support System to education with Information Technologies). The instructional design of the course was tested on this platform with students of fourth and fifth semester. This research was done under a quasi-experimental focus with a quantitative approach. Once the online instructional design was developed, an evaluation instrument was applied to measure the effectiveness of the use and application of an online instructional design. The student sample to be selected was made with two natural class groups, one control and one experimental group. In addition, three research questions were answered, the first question refers to the differences in the academic performance of students in an online course, when an instructional design is used. According to the results it is verified that there are significant differences in the experimental group, where an online instructional design was used, and it is demonstrated with the result of the t-student test. For the second research question, the advantages for the student are presented, the effectiveness of the application of an instructional design in the activities of an online course and the third research question investigated what the advantages for the teacher in the use of an instructional design in an online course are; the findings of this research showed that the instructional design used in the two units of competence was effective.

Keywords: instructional design, academic performance, instructional design models, learning theories

Code JEL: I20, I21, I23

· Citar: Quiroz Campas, Celia Yaneth, Armenta Zazueta, Lizeth and Hinojosa Rodríguez, Carlos Jesús (2019). Effectiveness of an Instructional Design in the Academic Performance of Students of an Online Course. *Inquietud Empresarial*, XIX (1), 79-90.

Efectividad de un diseño instruccional en el rendimiento académico de los estudiantes de un curso en línea

Resumen

El propósito de esta investigación fue elaborar un diseño instruccional en línea, e identificar la efectividad del rendimiento académico de un curso del programa educativo de licenciado en administración de una Universidad del Norte de México. El curso se impartió en el Sistema de Apoyo a la Educación con Tecnología de Internet, denominado Saeti. En él se probó el diseño instruccional del curso, con alumnos de cuarto y quinto semestre. Esta investigación se realizó de tipo cuasi-experimental con un enfoque cuantitativo. Una vez elaborado el diseño instruccional en línea, se aplicó un instrumento de evaluación denominado cuestionario para medir la efectividad del uso y aplicación del diseño instruccional en línea. Derivado de lo anterior, la muestra estudiantil a seleccionar se realizó con dos grupos naturales de clase, el primer grupo fue de control y para el segundo grupo fue experimental. Además, se dio respuesta a tres preguntas de investigación, la primera pregunta se refiere a cuáles son las diferencias en el rendimiento académico de los estudiantes de un curso en línea, cuando se usa un diseño instruccional. De acuerdo a los resultados se comprueba que sí existen diferencias significativas en el grupo experimental, donde se utilizó un diseño instruccional en línea y queda demostrado con el resultado de la prueba t-student. Para la segunda pregunta de investigación, se presentan las ventajas que tiene para el estudiante, la efectividad de la aplicación de un diseño instruccional en las actividades de un curso en línea y la tercera pregunta de investigación indagó cuáles son las ventajas que presenta para el profesor, el uso de un diseño instruccional en un curso en línea; los hallazgos de esta investigación mostraron que el diseño instruccional utilizado en las dos unidades de competencia fue efectivo.

Palabras clave: diseño instruccional, rendimiento académico, modelos de diseño instruccional y teorías de aprendizaje.

Códigos JEL: I20, I21, I23

1. INTRODUCTION

Due to the raise in Information and Communication Technology, it's necessary to modify the traditional schemes in design and planning of learning courses and materials and use technological tools through reflexive and adaptative optics for the new learning models (Góngora y Martínez, 2012).

The purpose of this study is to elaborate an online instructional design and measure its effectiveness for a Degree in Administration course program in a university in the north of Mexico. Amaro de Chacín (2011) says that the components in the models and systematic strategies of instructional design in virtual

teaching and learning settings are similar and can be applied through a reflection of strengths and weaknesses.

According to Martínez (2009) in the educational area, regardless the modality, an instruction is designed with the finality of enhance the development of skills and stimulate the knowledge acquisition directly. It's evident that there is a necessity of following a plan or methodology when the aim is to develop not just one but several instructions inside a course or a class organization.

The bachelor's degree in Administration is offered in a face-to-face modality at a university in northern Mexico, but it crosses



Towards a Knowledge Condensation Tool to Capture Expertise

Jose R. Martínez-García¹(✉), Ramón R. Palacio², Francisco-Edgar Castillo-Barrera¹,
Gilberto Borrego³, and Hector D. Marquez-Encinas²

¹ Ciencias de la Computación, Universidad Autonoma de San Luis Potosi, San Luis Potosi,
Mexico

joseramonmg26@gmail.com, ecastillo@uaslp.mx

² Unidad Navojoa, Instituto Tecnológico de Sonora, Navojoa, Mexico

ramon.palacio@itson.edu.mx, dani_bacho@hotmail.com

³ Computación y Diseño, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregon, Mexico

gilberto.borrego@itson.edu.mx

Abstract. Finding relevant *expertise* is a critical need in software organizations since developers use it to support their knowledge needs. In software organizations, *expertise* can be found in *architectural knowledge* (AK), which incorporates the experience and problem reasoning of human resources through two primary sources: experts and artifacts; consequently, know how to model it, could grant access to the best practices, training practices, and data across applications; this has generated considerable interest by organizations, which seek to develop formal approaches to condensate the available knowledge from different sources in a systematic manner. In this work, we present a semantic knowledge modeling, which was developed using knowledge modeling techniques; the model aims to link artifacts and experts within the organization; moreover, we present ExCap a tool that implements the semantic model presented.

Keywords: Knowledge · Expertise · Software engineering · Knowledge representation · Expertise location

1 Introduction

Knowledge plays a key role in supporting the software development process [1]; which consists of activities that demand an application of knowledge representations for their understand and execution [2, 3]. During these activities developers deal with different situations like i) decision-making: developers are constantly making both technical and managerial decisions, these decisions are commonly based on personal experience obtained from previous projects or informal conversations [4, 5]; ii) training or update in technologies: sometimes developers need to use methods or technologies they are not familiar with [6], and iii) problem domain: developers often need to solve problems during the software development (e.g., bug fixing, requirement misunderstanding, programming errors, or architecture design).

© The Editor(s) (if applicable) and The Author(s), under exclusive license
to Springer Nature Switzerland AG 2021

J. Mejia et al. (Eds.): CIMPS 2020, AISC 1297, pp. 154–165, 2021.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-63329-5_11

Consequently, developers constantly need knowledge beyond the one they already possess; this means that they need *expertise*. K. Anders Ericsson define *expertise* as the characteristics and skills that make an individual suitable to solve problems fast and effectively, moreover it includes the resources used by this individual [7, 8]. Within Software Development *expertise* can be found in the *architectural knowledge* (AK), which refers to the elements employed to construct an architectural design (e.g., structures, properties, and relationships). AK incorporates the experience and problem reasoning of human resources into the organizational culture through two primary sources: experts and artifacts [9, 10]. Artifacts denotes physical and digital documents (e.g., requirements, vision) and source code [11, 12], while Experts are software developers specialized in problem-solving tasks at different stages of the process [7, 13].

As mention before, developers deal with different situations during the software development; therefore, becoming an expert in such situations requires a large amount of knowledge; furthermore, it can be time-consuming and often technically difficult to achieve [14]. Developers accumulate *expertise* from the technologies they used, and the problems solved within projects (e.g., bug solving, requirements, architecture design), however members of the organizations do not benefit from this *expertise*.

Much research in recent years has highlighted the importance of AK management; researchers suggest that AK should be captured and managed along with the system description to improve the software development process by reusing AK [15, 16]. Current literature in AKM generally speaks about a mechanism that puts in an explicit form the knowledge from formal artifacts. In this sense, Borrego et al. present the knowledge condensation concept, which describes the process of capturing and classifying *expertise* before it loses, where the aim is easing the knowledge retrieve [17]. Compared with AK management, knowledge condensation centers on tacit and informal components that lack of mechanisms to make them explicit; this involves artifacts generated and shared informally among developers (e.g. unstructured text and electronic media, books, or source code).

The knowledge condensation concept comes from an agile development environment where tacit knowledge is preferred [9, 18]—agile method states that face-to-face conversations is the most effective way to share knowledge, moreover, it is only documented the information that the team consider sufficient to understand the project [19]. Little amount of knowledge becomes explicit and usually stays in the log files of unstructured textual and electronic media (UTEM) [10]; overtime this knowledge lose meaning and context, thus, it is prone to vaporize. Therefore, knowledge condensation aims to classify, retrieve, and share among stakeholders, valuable knowledge that was in an unsuitable form for its recovery. Although the intention of knowledge condensation is not to convert AK into a formal notation, it represents a step forward towards AK formalization, i.e., transforming from explicit documented knowledge into explicit formalized knowledge [20].

Acquiring relevant expertise is an essential task for developers, and knowing how to model it in an explicit form will allow taking advantage of the best practices, training knowledge, and the data across multiple applications in the organization. Furthermore, capture expertise could improve the way it is consumed and also help with the situations

mentioned earlier; thus, organizations must develop formal approaches to condensate the available knowledge from different sources in a systematic manner.

Current proposals condensate one of the two primary AK sources; proposals from artifact's as expertise source, have been focused mostly one type of artifact which is (source code) [6, 21, 22], rather than other artifacts as the definition's details, moreover in this proposals only the creator is aware of the expertise existence, instead of the whole organization. On the other hand, some proposals use experts as a source of expertise since developers often have knowledge or strategies for a particular problem. However, constant question to colleagues could lead to an interpersonal erosion in interpersonal relationships; this is an important aspect to build trusting relationships in collaborative environments, especially in agile development. Moreover, sometimes experts are unavailable for diverse reasons (e.g., skips the day, is on vacations or leaves the company).

To the best of our knowledge current proposals does not link the artifacts and experts (provider); therefore, this paper propose a tool to capture *expertise* by means of a semantic model, which link both artifacts and experts. The remainder of this work is structured as follows: Sect. 2 describes the related work on proposals that condensate knowledge. Section 3 explains the integration of artifacts and experts by means of a semantic modelling. Section 4 presents a tool to condensate *expertise*; a discussion is presented in Sect. 5 and finally conclusion and future work is presented in Sect. 6.

2 Related Work

Our approach for capturing *expertise* is not the first to condensate knowledge from developers in software organizations. Here we analyze related proposals to understand how they capture and consume expertise.

Current proposals focus only on a particular AK source; regarding artifact proposals, the main focus is source code. For example, Ponzanelli et al. [23] present SeaHawk, an eclipse plugin that assists programmers with code snippets from Stack Overflow; also, SeaHawk uses language-independent annotations to link documents with code snippets. Similarly, Brandt et al. [24] present BluePrint, a web search interface integrated into Adobe Flex Builder development environment; Blueprint augment queries with code context through a code-centric view of search results embedded in the editor. Also, McMillan et al. [22] present Portfolio, a code search system to support developers; the system retrieves functions and describes their usage; moreover, using a combination of models, the system addresses the developers' sharing functions behavior. Apart from that, only a few works use other types of artifacts; for instance, Borrego et al. [25] present a complementation tool to slack, which consists of a classification mechanism based on social tagging; this mechanism takes advantage of the architectural knowledge from the unstructured and textual electronic means (UTEM). In parallel, Bonilla-Morales [26] propose a tool to reuse use case diagrams; the tool allows storage information from use case diagrams.

On the other hand, some proposals use experts as an AK source, try to make aware organizations of their expertise. For example, Bhat et al. [4] propose a recommendation system that identifies developers who could be involved in the design of a software

system; the approach quantifies the skills of developers to match and recommend an individual suitable with the needs of the system to design. Alternatively, Matter et al. [27] propose a vocabulary-based model, which suggests developers with the appropriate expertise to handle a bug report; the model uses developers' contributions to suggest someone. Moreover, Kagdi et al. [28] present xFinder, a tool that recommends experts based on their expertise, which is measured using the developer's commit contributions. Furthermore, Minto and Murphy et al. [29] propose Emergent Expertise Locator (EEL), an approach to ease the process of finding the right expert to ask about a problem during a software development task.

As can be seen, numerous proposals have asserted the importance of knowledge condensation in software development organizations. These proposals distinguish between artifacts and experts as the primary source of expertise for organizations. Artifacts proposals exploit the expertise generated by developers during the software development process with two characteristic limitations: a narrow focus on source code, and an informal accumulation of knowledge realized by developers but unnoticed by organizations. Expert proposals, on the other hand, employ developers as a relevant source of *expertise* in the software development process; to perform tasks such as handling a bug report, system design, and problem-solving. Although the empirical evidence of the described works supports the value of experts on helping, proposals give little importance to the artifacts they generate or use; furthermore, constant questions to experts could lead to an interpersonal relationship erosion.

In the current literature, we found relevant challenges to discuss. First, proposals that condensate knowledge must grant access to both individuals with particular expertise level and their artifacts. This access will ensure the availability of the required resources, even if the provider is not available, and also reduce the interpersonal relationship erosion. Second, a proposal should incorporate more sources than just code, like other digital sources (e.g., bookmarks, books, manuals, and tutorials) are frequently used. One way to address these challenges could be using semantic knowledge modeling; the aim is to build a search engine for both structured and unstructured data, to search and centralize applications, databases, files, and spreadsheets.

3 Semantic Knowledge Modelling

From the previous section, we found that proposals accumulate expertise without the organization being aware of their existence, and since each proposal uses their own inputs and outputs cannot be centralized. In this sense, semantic knowledge modeling could be a way to link experts and the artifacts developers produce and consume during software development. In previous work in Martinez-Garcia et al. (2020), we present an ontology to link artifacts and the developers that use them [30]. The present work is an extension, here we describe the semantic model used to develop the ontology and how our proposed tool incorporates the elements from the model; we aim to highlight how a semantic modeling could improve the knowledge condensation. The semantic model was developed using knowledge modeling techniques; these techniques consist of performing tasks such as knowledge acquisition, requirements specification and knowledge conceptualization. The knowledge acquisition task consists of acquiring

the knowledge from the domain experts (e.g., interviews, focus groups or surveys) or from the literature. The requirements specification task consists of following guidelines help to capture knowledge from users and to produce a vocabulary of the main concepts. Finally, the conceptualization task consists of organize and model the acquired knowledge using external representations (e.g., UML, IDEF5).

Software organizations produce and consume knowledge, which is formally known as AK. Figure 1 show the main elements of the semantic model: **projects**, **artifacts**, and **developers**. **Developer** represents a description of a team member in a software development project; this description could include properties such as a name, email, or cellphone. **Projects** represent a description of the current or pasts works of a developer; the aim is to create a developers' skills profile based on the project record; the properties used to describe a project are a language, platform, role, and project name. **Artifacts** represent a description of the different resources used by developers to solve problems or doubts while developing software (e.g., bookmarks, code snippets, documentation, and tutorials); artifact descriptions include properties such as a platform and a subject.

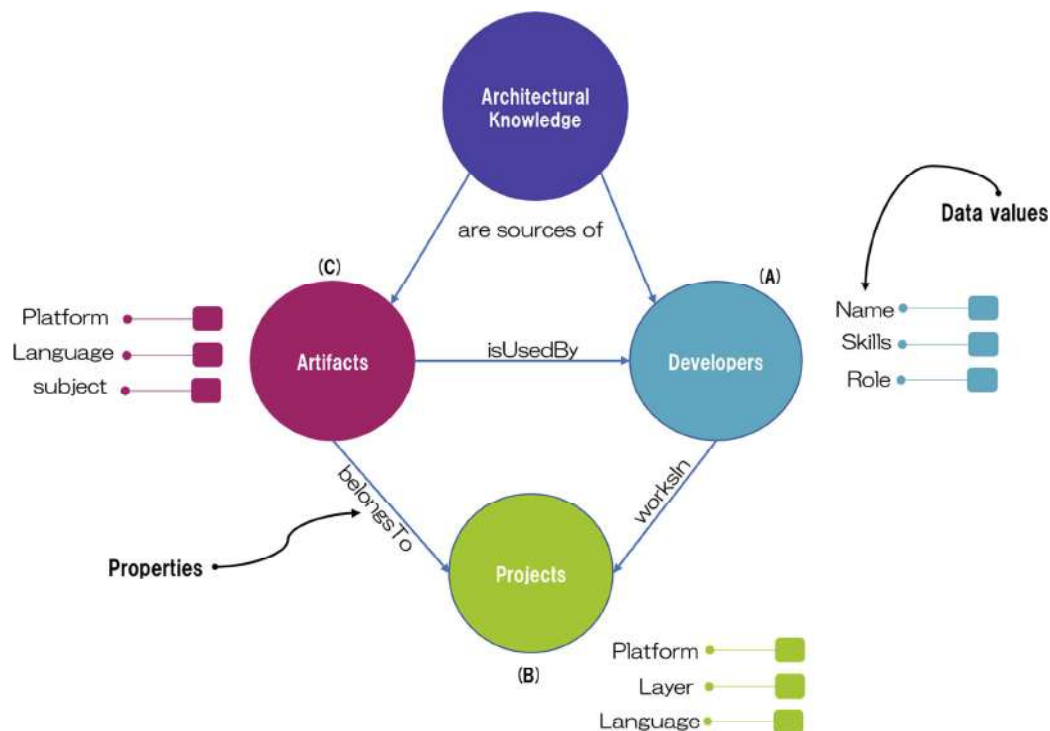


Fig. 1. Semantic knowledge model of *architectural knowledge* (AK).

The presented model allows a link among their elements through with the following characteristics. First we have data values: help giving a description of an element; for example, in the case of the developer element, it gives a description of their personal data. Second, properties are binary relations on instances of elements from the model; their purpose is to link two instances. For example, the property “isUsedBy” links an instance of **Artifacts** with a **Developers**; thus, knowing the provider of an artifact grant access to the expert and their experience. The property “belongsTo” link an instance of **Artifacts** with a **Project**, the aim here is to locate in which projects developers create

or generate an artifact. Finally, the “worksIn” property link **developers** and **projects** to build a background of developers’ skills based on current and past projects.

4 ExCap a Tool to Capture Expertise in the Software Development

Here we present ExCap (Expertise Capture), a tool to condensate expertise in software developer. ExCap uses all the digital artifacts that developers create and consume during a software development project.

Figure 2 shows a description of the current architecture of ExCap too, which consist of two layers: (i) Client Layer and, (ii) Server Layer.

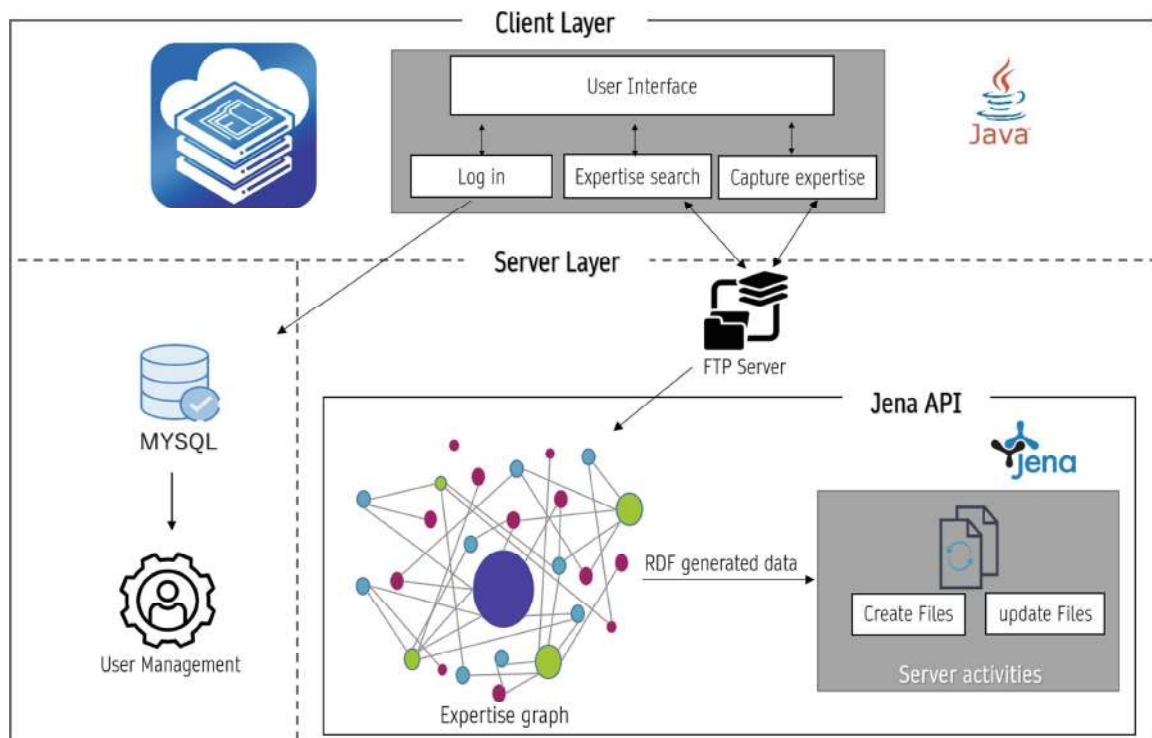


Fig. 2. Architecture of ExCap tool

- (i) In the Client Layer ExCap works as a background demon process, using digital documents as a source of expertise for the developers. In this sense, the tool contemplates any type of digital document to condensate such as code classes, manuals, books, or video tutorials. ExCap tool was implemented to capture and search expertise in software organizations, this tool use a Java interface that makes it easier for the user to carry out these two activities; it uses a drag and drop function to facilitate the artifact sharing in the tool.
- (ii) On the Server Layer, we have two different sections which help the application to perform its functions. First, we have a section that manages the user data, the ExCap connects to a database to perform basic functions such as login and project registration, it uses a communication protocol with the database through HTTP and

MySQL. Second, such as filtering, uploading files and creating new projects, it also has personal settings. Second, the server has an FTP communication protocol, which is configured directly to work directly with application to perform its functions; these consist functions consist of tasks such as filtering, uploading files and creating new projects. All the expertise share by developers by means of using ExCap is represented as an expertise graph, which consist of interlinked instances of the elements described in the semantic modelling (see Fig. 1). From the expertise graph, an RDF file is generate. The Resource Description Framework (RFD) is data model, which is based on making statements about resources in expressions of the form subject-predicate-object commonly known as triples. The subject denotes the resource, and the predicate denotes aspects of the resources; moreover, it expresses the relationship between the subject and the object. To manipulate RDF files we use Apache Jena, an open source java framework for building semantic web and linked data applications.

Next, we describe the tool functionality, which consist in tabs that incorporate the elements from the semantic modeling presented (see Fig. 1).

4.1 Developers

First, the system requests a login before starting the daemon; otherwise, you must create a user, filling the necessary data (see Fig. 3). The user profile helps us to keep a record of the expertise of a developer working in the organization. This record includes information about the artifacts produced and consumed by developers; also, where these artifacts were applied. This tab helps to create developer's instances from the model presented before, we used email and name as data values to give a description about the developer.

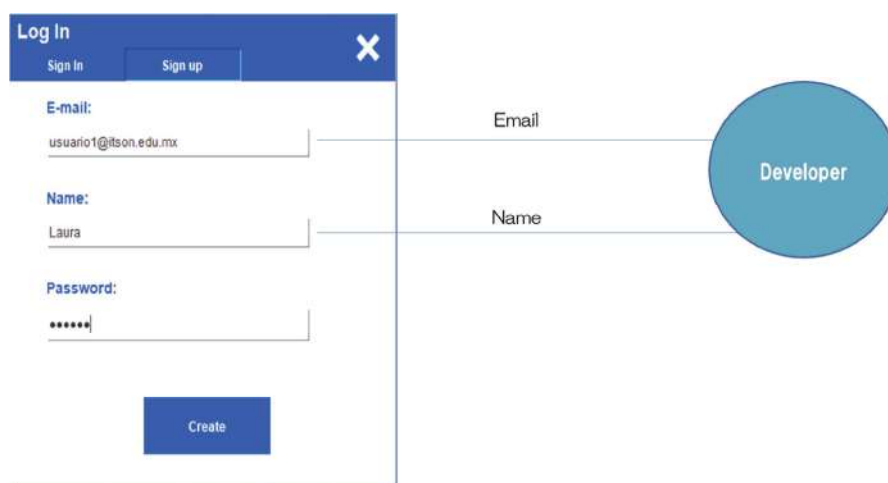


Fig. 3. Developers semantic incorporation in ExCap

4.2 Projects

In the projects tab the developer can create a new project description; the creation of projects is an essential aspect to link developer's experience with their projects. Developers can create or update current or past projects they have participated in. Projects are classified based on their platform (e.g., web, desktop or mobile) (Fig. 4).

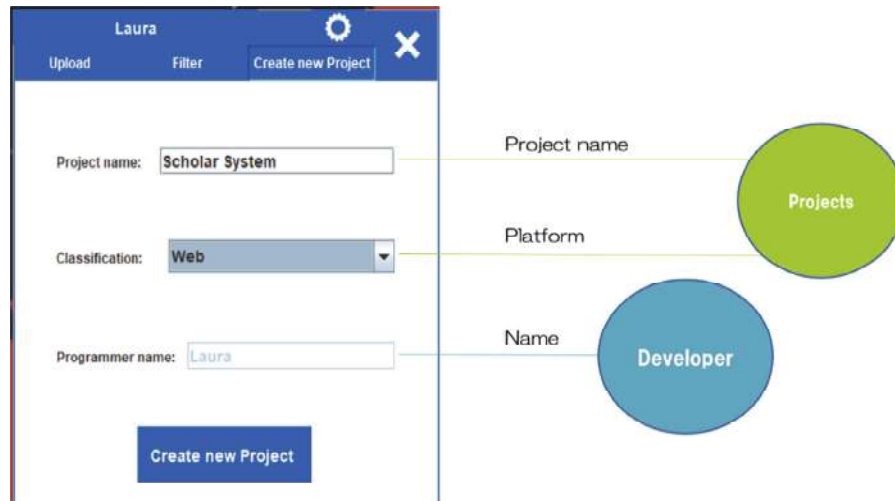


Fig. 4. Project semantic incorporation in ExCap

4.3 Artifacts

In the upload tab, user can capture knowledge, the user selects the file (drag) and drop into the tool. In this case, the tool considers digital artifacts: video tutorials, word or pdf documents which could be manuals, and any file that could help a developer to resolve a doubt or problem.

As well as projects, artifacts are classified based on their platform; furthermore, we use keywords to associate these artifacts to a problem or topic (Fig. 5).

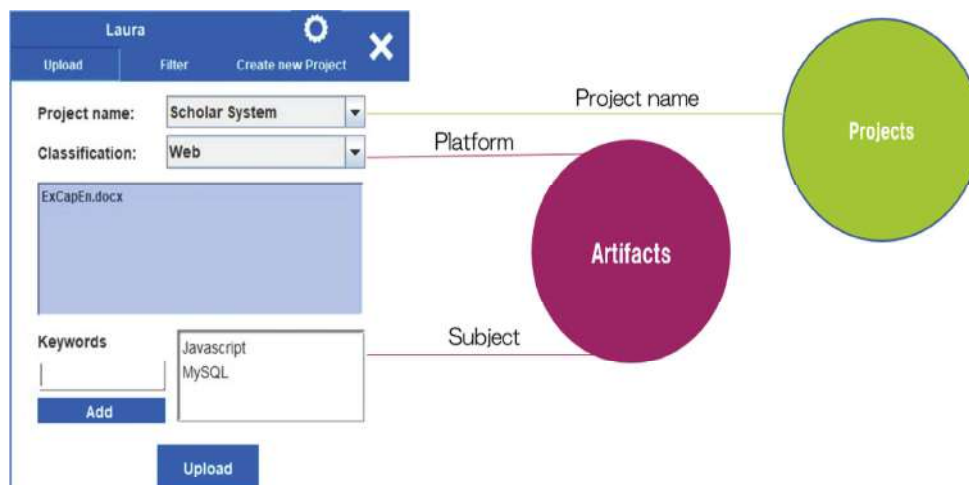


Fig. 5. Artifacts semantic incorporation in ExCap

4.4 Knowledge Condensation Use Case Scenario in ExCap Tool

In this section we describe a scenario of the knowledge condensation process using ExCap tool.

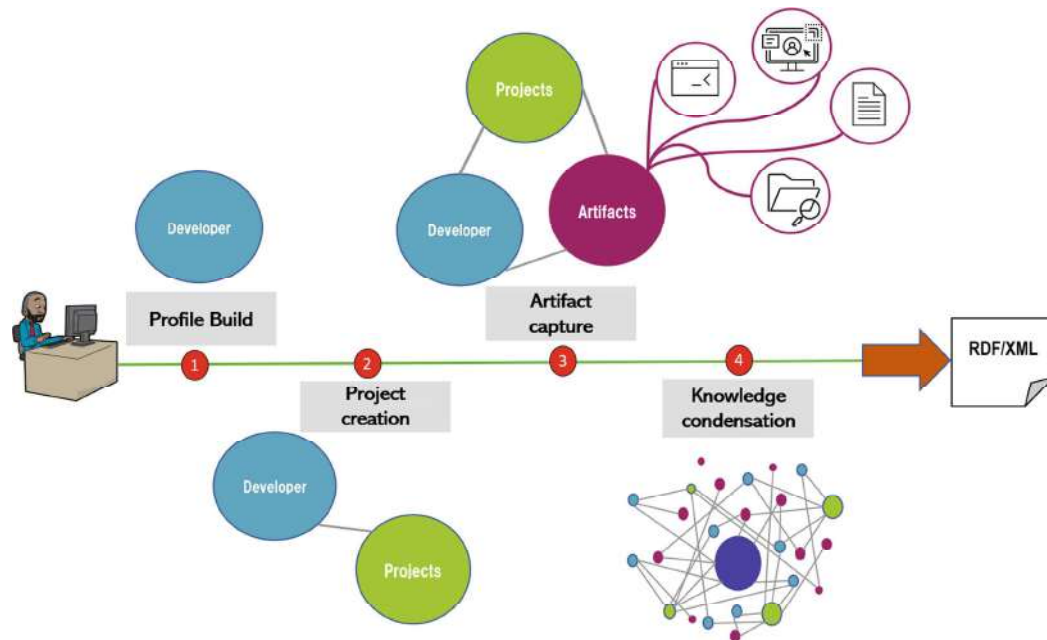


Fig. 6. Expertise condensation scenario

Figure 6 describes the process of knowledge condensation in the ExCap tool. The developer must initiate the tool and sign up to build a developers' profile (1); thus, every registered user generates an instance of a developer. Developers register their current or past projects (2); those projects will be associated with the current developer to describe her/his skills. Developers can share resources that might be useful to other colleagues (3). We consider digital artifacts such as manuals source code and video tutorials. Both artifacts and projects are classified based on a development platform: desktop, web or mobile. Furthermore, artifacts include keywords to relate resources with a particular topic or situation on which it can be used. Moreover, artifacts are associated to a particular project where a developer used them.

The instances created within the ExCap tool are linked among each other; thus, expertise condensed turn into a graph with all the knowledge from the organization (4).

5 Discussion

Some relevant aspects related to this work that is important to discuss are: (i) the way current approaches condensate expertise in software development; (ii) our semantic knowledge model; (iii) ExCap as an alternative to condensate knowledge.

- (i) The importance of expertise has generated interest by organizations, which are developing proposals to capture and share it within the organizations. These proposals focus on a particular source of AK (artifacts or experts). Regarding artifacts

- proposals, the main goal is to reuse the resources produced and consumed by developers; these proposals have some limitations: a narrow focus on source code, and an informal accumulation of knowledge realized by developers but unnoticed by organizations [22–24]. Apart from that, expert proposals employ developers as a source of expertise; experienced developers often have strategies for a particular problem; in general, these proposals do not grant access to the artifacts produced by the developers [4, 28]. Therefore, the developers' availability limits access to expertise. Furthermore, constant questions to experts could lead to interpersonal relationship erosion.
- (ii) We address the limitations mentioned before with semantic knowledge modeling, which consists of information structures that allow store statements about facts. The main elements of the structure are **artifacts**, **projects**, and **developers**. **Developer** represents a description of a team member in a software development project. **Projects** represent a description of the current or pasts works of a developer; the aim is to create a developers' skills profile based on the project record. Therefore, the model links the **developers** experience using the **projects** that had works or is currently working; the artifacts are link to a particular project where they were used, and to the developer that produce or consume it. This model will allow researchers in software engineering to centralize applications, which consequently could grant access to the expertise produced and consumed in software organizations.
 - (iii) Finally, since the proposals narrow focus on source code, we propose an alternative to capture expertise in software development. ExCap captures the expertise found on the digital documents such as books, source code files or video tutorials. ExCap incorporates the elements from the presented semantic knowledge modeling; the aim is to link the digital documents to a developer and the situation where they were employed. Finally, since our proposals use the presented it allow us to integrate with other proposals that capture expertise from software development organizations.

6 Conclusion and Future Work

In this work, we addressed the problem of capturing relevant expertise within software organizations. First, we presented a semantic knowledge modeling for both structured and unstructured data; the goal is to search and centralize applications, databases, and files. Second, we described ExCap, which is a tool that incorporates the elements of our semantic modeling. ExCap capture artifacts used by developers, particularly digital documents (e.g., books, manuals, source code files, or video tutorials). Finally, the knowledge modeling proposed can be used to centralize applications such as the mentioned in the related work. As future work, we pretend to develop different approaches to condensate knowledge using this model. In addition, we pretend to measure the usability with software development groups to capture their perception of the tool.

References

1. Colomo-Palacios, R., Fernandes, E., Soto-Acosta, P., Larrucea, X.: A case analysis of enabling continuous software deployment through knowledge management. *Int. J. Inf. Manage.* **40**, 186–189 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.11.005>

2. Levy, M., Hazzan, O.: Knowledge management in practice: the case of agile software development. In: Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Cooperative and Human Aspects on Software Engineering, CHASE 2009, pp. 60–65 (2009). <https://doi.org/10.1109/CHASE.2009.5071412>
3. Schneider, K.: Experience and Knowledge Management in Software Engineering. Springer, Heidelberg (2009). <https://doi.org/10.1007/978-3-540-95880-2>
4. Bhat, M., Shumaiev, K., Koch, K., Hohenstein, U., Biesdorf, A., Matthes, F.: An expert recommendation system for design decision making: who should be involved in making a design decision? In: Proceedings – 2018 IEEE 15th International Conference on Software Architecture, ICSA 2018, pp. 85–94. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. (2018). <https://doi.org/10.1109/ICSA.2018.00018>
5. Viana, D., Rabelo, J., Conte, T., Vieira, A., Barroso, E., Dib, M.: A qualitative study about the life cycle of lessons learned. In: 2013 6th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, CHASE 2013 – Proceedings, pp. 73–76 (2013). <https://doi.org/10.1109/CHASE.2013.6614734>
6. Moreno, L., Bavota, G., Di Penta, M., Oliveto, R., Marcus, A.: How can I use this method? In: International Conference on Software Engineering, pp. 880–890 (2015). <https://doi.org/10.1109/ICSE.2015.98>
7. Ericsson, K.A., Prietula, M.J., Cokely, E.T.: The making of an expert. *Harv. Bus. Rev.*, 115–121 (2007). <https://doi.org/10.1201/b17434>
8. Sonnentag, S., Niessen, C., Volmer, J.: Expertise in software design. In: Ericsson, K.A., Charness, N., Feltovich, P., Hoffman, R.R. (eds.) *Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*, pp. 373–387. Cambridge University Press, Cambridge (2006)
9. Clerc, V., Lago, P., Van Vliet, H.: Architectural knowledge management practices in agile global software development. In: Proceedings – 2011 6th IEEE International Conference on Global Software Engineering Workshops, ICGSE Workshops 2011, pp. 1–8 (2011). <https://doi.org/10.1109/ICGSE-W.2011.17>
10. Borrego, G., Moran, A.L., Palacio, R., Rodriguez, O.M.: Understanding architectural knowledge sharing in AGSD teams: an empirical study. In: 2016 IEEE 11th International Conference on Global Software Engineering (ICGSE), pp. 109–118. IEEE (2016). <https://doi.org/10.1109/ICGSE.2016.29>
11. Jedlitschka, A., Ciolkowski, M., Denger, C., Freimut, B., Schlichting, A.: Relevant information sources for successful technology transfer: a survey using inspections as an example. In: First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2007), pp. 31–40. IEEE (2007). <https://doi.org/10.1109/ESEM.2007.60>
12. Sharif, K.Y., Buckley, J.: Observation of open source programmers’ information seeking. In: IEEE International Conference on Program Comprehension, pp. 307–308 (2009). <https://doi.org/10.1109/ICPC.2009.5090071>
13. Rupakheti, C.R., Hou, D.: Satisfying programmers’ information needs in API-based programming. In: IEEE International Conference on Program Comprehension, pp. 250–253 (2011). <https://doi.org/10.1109/ICPC.2011.16>
14. Baltés, S., Diehl, S.: Towards a theory of software development expertise. In: ESEC/FSE 2018 – Proceedings of the 2018 26th ACM Joint Meeting on European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering, pp. 187–200. Association for Computing Machinery, Inc., New York (2018). <https://doi.org/10.1145/3236024.3236061>
15. Capilla, R., Jansen, A., Tang, A., Avgeriou, P., Babar, M.A.: 10 years of software architecture knowledge management: practice and future. *J. Syst. Softw.* **116**, 191–205 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.054>

16. Tang, A., Avgeriou, P., Jansen, A., Capilla, R., Ali Babar, M.: A comparative study of architecture knowledge management tools. *J. Syst. Softw.* **83**, 352–370 (2010). <https://doi.org/10.1016/j.jss.2009.08.032>
17. Borrego, G., Morán, A.L., Palacio, R.R., Vizcaíno, A., García, F.O.: Towards a reduction in architectural knowledge vaporization during agile global software development. *Inf. Softw. Technol.* (2019). <https://doi.org/10.1016/J.INFSOF.2019.04.008>
18. Razzak, M.A., Ahmed, R.: Knowledge sharing in distributed agile projects: techniques, strategies and challenges. In: 2014 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2014, pp. 1431–1440. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. (2014). <https://doi.org/10.15439/2014F280>
19. Manifesto for Agile Software Development. <https://agilemanifesto.org/>. Accessed 30 Apr 2019
20. Nonaka, I.: The knowledge-creating company (2007). <https://doi.org/10.1016/b978-0-7506-7009-8.50016-1>
21. McMillan, C., Grechanik, M., Poshyvanyk, D., Fu, C., Xie, Q.: Exemplar: a source code search engine for finding highly relevant applications. *IEEE Trans. Softw. Eng.* **38**, 1069–1087 (2012). <https://doi.org/10.1109/TSE.2011.84>
22. McMillan, C., Poshyvanyk, D., Grechanik, M., Xie, Q., Fu, C.: Portfolio: searching for relevant functions and their usages in millions of lines of code. *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.* **22**, 1–30 (2013). <https://doi.org/10.1145/2522920.2522930>
23. Ponzanelli, L., Bavota, G., Di Penta, M., Oliveto, R., Lanza, M.: Mining stackoverflow to turn the IDE into a self-confident programming Prompter. In: 11th Working Conference on Mining Software Repositories, MSR 2014 – Proceedings, pp. 102–111. Association for Computing Machinery, Inc., New York (2014). <https://doi.org/10.1145/2597073.2597077>
24. Brandt, J., Dontcheva, M., Weskamp, M., Klemmer, S.R.: Example-centric programming. In: Proceedings of the 28th International Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI 2010, p. 513. ACM Press, New York (2010). <https://doi.org/10.1145/1753326.1753402>
25. Borrego, G., Salazar-Lugo, G., Parra, M., Palacio, R.: Slack’s knowledge classification mechanism for architectural knowledge condensation. In: International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, Las Vegas, Nevada, USA, pp. 1121–1126 (2019). <https://doi.org/10.1109/CSCI49370.2019.00212>
26. Bonilla-Morales, B., Crespo, S., Clunie, C.: Reuse of Use Cases Diagrams: An Approach Based on Ontologies and Semantic Web Technologies (2012)
27. Matter, D., Kuhn, A., Nierstrasz, O.: Assigning bug reports using a vocabulary-based expertise model of developers. In: Proceedings of the 2009 6th IEEE International Working Conference on Mining Software Repositories, MSR 2009, pp. 131–140 (2009). <https://doi.org/10.1109/MSR.2009.5069491>
28. Kagdi, H., Hammad, M., Maletic, J.I.: Who can help me with this source code change? In: IEEE International Conference on Software Maintenance, ICSM, pp. 157–166 (2008). <https://doi.org/10.1109/ICSM.2008.4658064>
29. Minto, S., Murphy, G.C.: Recommending emergent teams. In: Proceedings – ICSE 2007 Workshops: Fourth International Workshop on Mining Software Repositories, MSR 2007 (2007). <https://doi.org/10.1109/MSR.2007.27>
30. Martínez-García, J.R., Castillo-Barrera, F.-E., Palacio, R.R., Borrego, G., Cuevas-Tello, J.C.: Ontology for knowledge condensation to support expertise location in the code phase during software development process. *IET Softw.* **14**, 234–241 (2020). <https://doi.org/10.1049/iet-sen.2019.0272>