

MEDDPOP: una aplicación para PYMES del sector salud basada en ODOO

MEDDPOP: an health SMES application based on ODOO

Bertha Alice Naranjo Sánchez
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

Jonathan Paúl Ocaña Pérez
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

Autores para correspondencia: bnaranjo@ups.edu.ec, jocana@est.ups.edu.ec,
msieurcawa@gmail.com

Fecha de recepción: 3 de Julio 2018 – Fecha de aceptación: 6 de Julio de 2018

Resumen: El presente artículo académico tiene como finalidad demostrar los principales beneficios del uso de un sistema automatizado en una PYME médica enfocada a la especialización de otorrinolaringología utilizando herramientas tecnológicas de software libre y código abierto. Utilizando un enfoque de optimización de procesos se desarrollan los componentes que nos permiten evidenciar la mejora administrativa y operativa en dicha PYME. Se describe la arquitectura tecnológica utilizada en base a las necesidades de esta pequeña y mediana empresa, se describe la metodología de investigación usada en el relevamiento de información, se aplica una encuesta, se crea una matriz de indicadores por cada actividad de los procesos relevantes para evidenciar la mejora obtenida de forma cualitativa y cuantitativa. Los resultados obtenidos exponen una comparativa de productividad en base al tiempo del manejo de las actividades manuales realizadas por el médico y el auxiliar utilizando el sistema implementado donde se aprecia una notable ventaja después del uso de esta herramienta, con ello se logra evidenciar que las TICs permiten automatizar procesos y ayudar en la mejora organizativa de las PYMEs.

Palabras Clave: odoo, software libre, pequeñas y medianas empresas, salud, tic.

Abstract: The purpose of this academic article is to demonstrate the main benefits of using an automated system in a medical SME focused on the specialization of otolaryngology using free software and open source technology tools. Using a process optimization approach, the components that allow us to demonstrate the administrative and operational improvement in said SME are developed. It describes the technological architecture used based on the needs of this small and medium business, describes the research methodology used in the survey of information, a survey is applied, a matrix of indicators is created for each activity of the relevant processes. evidencing the improvement obtained qualitatively and quantitatively. The results obtained show a comparative productivity based on the management time of the manual activities carried out by the doctor and the auxiliary using the implemented system where a remarkable advantage is appreciated after the use of this tool, with this it is possible to demonstrate that the TICs allow to automate processes and help in the organizational improvement of SMEs.

Key Words: odoo, free software, small and medium business, health, ict.

Introducción

Hoy en día un negocio de pequeña y mediana empresa debe contar con un adecuado sistema información que ayude a mejorar la productividad y la eficacia del negocio diariamente. (Rao & Kudtarkar, 2018) Las razones por las cuales este tipo de organizaciones no cuentan con estos sistemas modernos pueden ser: factor económico, desconocimiento hacia las nuevas tendencias, miedo a la adaptabilidad, evitar riesgos de migrar a nuevos sistemas que puedan afectar la normal operatividad de la empresa.

Para asegurar su productividad estas organizaciones necesitan mantenerse operativas con un adecuado soporte tecnológico y una correcta visión de adaptarse al cambio (Fonseca Pinto, 2013). La falta de supervisión o la inexistencia de mantenimiento del sistema degeneraría en el desempeño inesperado y sus resultados generarían desconfianza en el entorno (Zavala Ruiz, 2004).

La PYME (Pequeña y mediana empresa) médica, al cual este artículo hace mención, brinda servicios de consultas y exámenes médicos a niños, jóvenes y adultos en la ciudad de Guayaquil. En la actualidad poseen un registro manual para la documentación de los pacientes tales como registros de historia clínica, exámenes de laboratorio, agendamiento de citas y prescripción donde toda esta información es recopilada en carpetas físicas.

Con el paso del tiempo y ante una visión de cambio y mejora organizativa se plantea la necesidad de implementar un sistema que permita registrar y controlar las atenciones ambulatorias, procedimientos, exámenes e historia clínica de los pacientes atendidos con la finalidad de optimizar los procesos mediante un aplicativo que brinde seguridad y demuestre un ahorro de tiempo y recursos significativos.

Para alcanzar lo antes expuesto, el presente artículo describe en la primera parte el desarrollo del aplicativo MEDDPOP basado en un entorno ERP (Enterprise Resource Planning) libre, la metodología aplicada para el desarrollo y elementos tales como la arquitectura tecnológica; hardware y software para desarrollar e implementar los requerimientos solicitados.

En la segunda parte se efectúa el análisis de la mejora de la productividad de las actividades y procedimientos realizados dentro de la PYME médica.

Previo a ello hacemos un recorrido en el marco teórico para fundamentar todo el trabajo realizado.

Marco Teórico

Software libre para PYMEs

...las pequeñas, medianas y grandes empresas requieren un software de ERP interno para administrar sus negocios sin problemas. Un framework que atiende las soluciones para sus necesidades comerciales. Además, las empresas buscan un ERP de código abierto que sean

usables o modificables gratuitos y que tengan costos más bajos con un amplio margen de desarrollo y personalización.” (Rao & Kudtarkar, 2018)

Ventajas de las TICs en PYMEs

...las prioridades de las Pymes en invertir en tecnologías de la información y comunicación son básicamente por Adquirir o actualizar Pc, Mejorar la seguridad de la red, Fortalecer el servicio al cliente, Mejorar la capacidad de almacenamiento, por Mejorar el control de las finanzas” (Fonseca Pinto, 2013)

Responsabilidad de la PYME con las TICs

...las organizaciones consideran que los proyectos de software deben ser sencillos y baratos. Es frecuente que cuando el proyecto se le encarga a una empresa de consultoría, ésta se ve obligada a asumir el costo de ese diagnóstico (...) dependiendo de la complejidad del proyecto puede salirse de control y tornarse en un proyecto fracasado por falta de un diagnóstico organizacional adecuado” (Zavala Ruiz, 2004)

Políticas de coordinación de Ingeniería de Software en el área médica

...las Tecnologías de la Información y Comunicaciones desempeñan un rol estratégico en el mundo de los datos y que estos son información y conocimientos difíciles de asimilar por el ritmo en que se generan” (Pública, 2012)

Marco legal de historia clínica

La Ley Orgánica de Salud en su artículo 7, párrafo f, establece que:
...una historia clínica única redactada en términos precisos, comprensibles y completos; así como la confidencialidad respecto de la información en ella contenida” (Ecuador, 2012)

Ciclo de vida del Software

Según (Sommerville, 2011) el ciclo de vida del Software se define en las siguientes etapas:

Análisis y definición de requisitos: Los servicios, restricciones y metas del sistema se definen a partir de las consultas con los usuarios. Entonces, se definen en detalle y sirven como una especificación del sistema.

Diseño del sistema y del software: El proceso de diseño del sistema divide los requerimientos en sistemas hardware y software. Establece una arquitectura completa del sistema. El diseño del software identifica y describe las abstracciones fundamentales del sistema software y sus relaciones.

Implementación y prueba de unidades: Durante esta etapa, el diseño del software se lleva a cabo como un conjunto o unidades de programas. La prueba de unidades implica verificar que cada una cumpla su especificación.

Verificación y prueba del sistema: Los programas o las unidades individuales de programas se integran y prueban como un sistema completo para asegurar que se cumplan los requerimientos del software. Después de las pruebas del software se entrega al cliente.

Operación y mantenimiento: Por lo general es la fase más larga del ciclo de vida. El sistema se instala y se pone en funcionamiento práctico. Implica en corregir errores no descubiertos en las etapas anteriores del ciclo de vida, mejorar la implementación de las unidades del sistema y resaltar los servicios del sistema una vez que se descubran nuevos requerimientos.

Free Software ERP vs ERP propietario

...el coste es menor en el caso del FSw ERP, así como la dependencia del proveedor de software, mientras que la facilidad de adaptación, la modularidad y la calidad del software son mayores en el FSw ERP, respecto al ERP propietario” (Oltra Badenes, Gil Gómez, & Bellver López, 2011)

Importancia del ERP

...el uso del ERP ayuda a la compañía a obtener un mayor control, simplifica los procesos, empodera a los empleados, crea integraciones entre departamentos y prepara a la empresa para el crecimiento” (Caballero Murillo & Arias Arévalo, 2015)

Open ERP/ODOO

...es uno de los principales sistemas ERP de código abierto actualmente disponibles en el mercado y, después de someterse a una comparación detallada con otros sistemas ERP destacados, se hizo evidente que OpenERP se destaca contra los líderes del mercado en muchos aspectos” (Ganesh, Shanil, & Midhundas, 2016)

Ventajas de ODOO

...es una poderosa plataforma de código abierto para aplicaciones comerciales (...) cubren todas las áreas de negocios, desde servicio al cliente, ventas hasta contabilidad y stock. Odoos tiene una comunidad dinámica y creciente a su alrededor, que constantemente agrega características, conectores y aplicaciones comerciales adicionales.” (Almugadam, 2017)

ODOO para PYMEs

...estos sistemas no se consideran sólo para las grandes empresas, son una necesidad que se presenta con más fuerza en las pequeñas y medianas empresas (Pymes). Por su parte una herramienta de planificación de recursos empresariales (ERP), para las pequeñas y medianas empresas (Pymes) pueden ser una herramienta poderosa que puede llevar al crecimiento a la

empresa, siempre y cuando se disponga de la implantación adecuada y del diseño sólido de una estrategia que convierta esta tecnología en una verdadera ventaja” (Mogrovejo Bucheli, 2017)

Lenguaje Python

...lenguaje de programación que soporta los paradigmas de orientación a objetos, programación imperativa, funcionales y de procedimiento debido a su elegante diseño y simple sintaxis, que fácilmente puede encarar proyectos grandes o pequeños, de escritorio o en la web, al ser un lenguaje altamente legible, conciso, flexible y con respaldo. Empero, su mayor cualidad es la que se lo considera como un lenguaje de alto nivel, lo que permite un entendimiento más adaptado al lenguaje humano común, pareciéndose su estructura a un pseudocódigo” (Mendoza Moya, 2017)

ORM (Mapeo objeto-relacional)

...un ORM es una alternativa sumamente efectiva a la hora de trasladar el modelo conceptual (orientado a objetos) al esquema relacional nativo de las bases de datos SQL. Evita la inclusión de sentencias SQL embebidas en el código de la aplicación, lo que a su vez facilita la migración hacia otro sistema gestor de bases de datos” (Yanes Enriquez & Gracia del Busto, 2011)

Teniendo como base este marco teórico se propuso la siguiente solución la cual se detalla a continuación:

Desarrollo

Determinación de los alcances

Para el desarrollo del sistema se acordó una reunión para definir las necesidades relativas al mejoramiento de los procesos manuales. Los procesos que se decidieron automatizar son:

- Preparación, y.
- Atención al paciente.

Definidas las necesidades y los requerimientos se elaboró una propuesta para el desarrollo e implementación de un sistema de información. Los requerimientos que el sistema debe registrar son:

- Pacientes nuevos.
- Agendamiento de pacientes.
- Atención Ambulatoria:
 - Procedimientos, y.
 - Exámenes realizados.
- Diagnóstico de un paciente.
- Registro de procedimiento clínicos.
- Registro de exámenes físicos.
- Receta médica.
- Historia clínica.

El sistema debe permitir consultar:

- Pacientes creados en el sistema.
- Atenciones ambulatorias creadas previamente.
- Pacientes agendados para atención ambulatoria.
- Historia clínica de los pacientes.

El sistema debe generar reportes de:

- Ordenes de examen.
- Receta médica.
- Historia clínica.

Con los alcances definidos se estableció la metodología para el desarrollo del proyecto, la cual fue el ciclo de vida del software, más conocido como “Ciclo en cascada” como se lo demuestra en Gráfico 1.

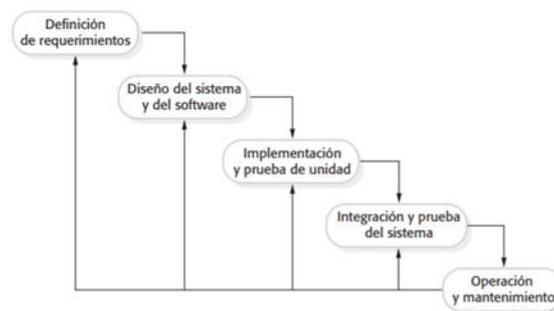


Gráfico 1. Ciclo de vida del Software

Determinación de la arquitectura tecnológica

Hardware

El sistema en construcción, como mínimo, demandaba los siguientes requerimientos técnicos para la arquitectura de hardware:

Tabla 1. Equipos hardware

Equipo	Características
CPU	Procesador Intel Core 2 Dúo, 2 GB de memoria RAM y disco duro de 160 GB.
Router	4 puertos Ethernet RJ-45 de 10/100Mbps con interfaz inalámbrica IEEE 802.11 b/g/n, enrutamiento y firewall configurable.
Patch Cord	Categoría 6 con transmisión de hasta 1 Gbps

Software

Sistema Operativo

El sistema operativo seleccionado para el desarrollo de la aplicación fue Ubuntu Desktop 14.04 LTS porque es un sistema que brinda seguridad, fácil uso y gratuito.

Plataforma de desarrollo

Para el desarrollo se analizaron diversas plataformas, encontrando a ODOO como el framework ideal para implementar el aplicativo de MEDDPOP. ODOO es un ERP gratuito de código abierto compuesto de varias herramientas o aplicaciones que ayudan a gestionar y controlar los procesos que se realicen en cualquier empresa de negocio.

Existen 2 versiones de ODOO:

- ODOO Enterprise.
- ODOO Community.

De conformidad con los requerimientos se optó por escoger la versión de ODOO Community debido a que la codificación desarrollada por la comunidad de ODOO es accesible para el público y descargable en las plataformas de GitHub de forma libre y gratuita. En Gráfico 2 se observa las versiones de ODOO con sus diferencias en funciones.

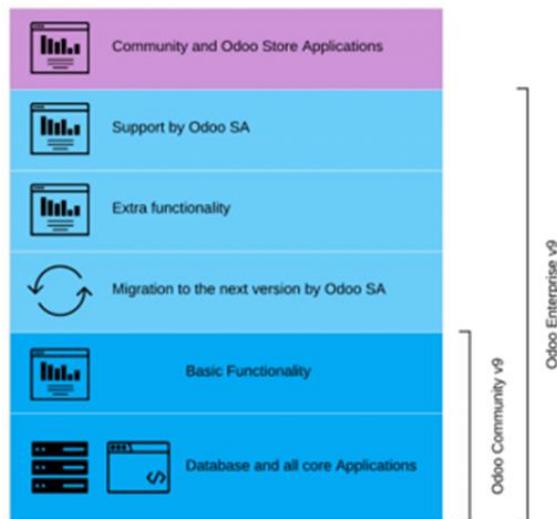


Gráfico 2. ODOO Community vs ODOO Enterprise

La versión ODOO Community no comprende lo siguiente:

- Soporte técnico provisto por ODOO S.A.
- Aplicaciones vinculadas a demás módulos y funcionalidades extras.
- Actualizaciones de framework y módulos.

Lenguaje de programación e IDE de desarrollo

Se determinó que el lenguaje sería Python ya que es un lenguaje de alto nivel con una creciente aceptación en la comunidad (Mendoza Moya, 2017), soporta orientación a objetos y altamente compatible con el entorno de ODOO; adicionalmente, se optó por utilizar el entorno de PyCharm Community para la construcción del aplicativo de MEDDPOP. PyCharm es un IDE de desarrollo gratuito cuya programación base es el lenguaje Python.

Motor y gestor de base de datos

El sistema para el motor de la data es PostgreSQL que es una base de datos objeto-relacional, altamente compatible no solo con el IDE de PyCharm, sino que es compatible con un sin número de entornos de desarrollo. Es completamente gratuito y altamente personalizable para la construcción de sistemas de base de datos de cualquier índole empresarial.

Para el sistema de gestión de base de datos se escogió PgAdmin que es una aplicación gráfica Open Source para la administración de las bases de datos creadas en el motor PostgreSQL.

Diseño de la arquitectura web

ODOO cuenta con tres componentes muy importantes que son el modelo, vista y controlador que se representa en la siguiente imagen:

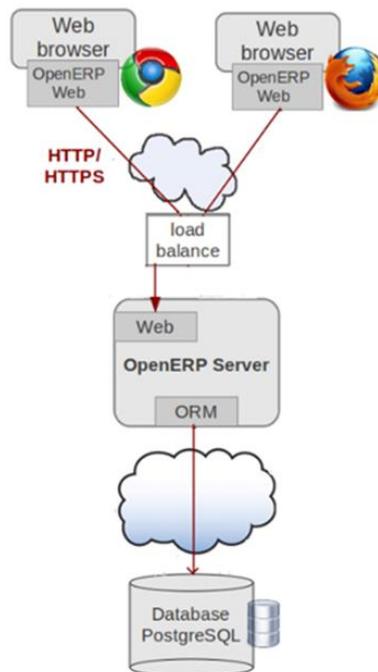


Gráfico 3. Arquitectura del aplicativo MEDDPOP basado en ODOO

Como se observa en la Gráfico 3, cuando se desarrolla un módulo, éste se encuentra relacionado con cualquier objeto que se haya creado dentro del ERP, en este caso, todo objeto creado dentro de él representa una entidad, o sea, una tabla de base de datos. ODOO trabaja con un motor de ORM (Object Relational Mapping) que se encarga de manipular los modelos dentro de la base de datos programando en el código, es decir, el ORM se encarga de crear las entidades y las relaciones en la base de datos sin necesidad de utilizar sentencias SQL, ni tampoco generar MER (Modelo de Entidad-Relación) en el motor de base de datos.

El IDE de PyCharm permite desarrollar los módulos requeridos por la PYME, creando nuevas clases y usando las heredadas de la plataforma de ODOO.

Clases del aplicativo

Las clases creadas dentro módulo principal de MEDDPOP son descritas en la siguiente Tabla 2:

Tabla 2. Clases proyecto MEDDPOP

PROYECTO addons_meddpop		
MEDDPOP		
consultaambulatoria.py	product.py	usuarios.py
class TipoOrganos	class ProductMedicamentos	class TipoAntGenerales
class RevisionOrganos		class AntGenerales
class TipoExamenFisico		class TipoAntEnfermedad
class Examen Fisico		class AntEnfermedad
class TipoCIE10		class TipoAntFamilia
class CIE10		class AntFamilia
class MedicamentoFrecuencia		class TipoEspecialidadMed
class ProductTemplate		class TipoSegurosMedicos
class Receta		class CiudadTipo
class ConsultaAmbulatoria		class Pacientes

El módulo de Agenda de pacientes es heredado del sistema predefinido de ODOO. La clase es detallada en la Tabla 3:

Tabla 3. Clases proyecto MEDDPOP Agenda

PROYECTO addons_meddpop
MEDDPOP_AGENDA
calendar.py
class Calendar

El módulo para la generación de órdenes de examen de la PYME médica contiene las clases que se describen en la Tabla 4:

Tabla 4. Clases proyecto MEDDPOP Exámenes

PROYECTO addons_medical
MEDDPOP_EXAMENES
examenes.py
class ExamenesOtorrino
class TipoExamen
class Examenes

Módulos de MEDDPOP

Menú principal

En el siguiente Gráfico 4 se encuentran los contenidos del módulo principal de MEDDPOP, en ella se puede acceder a los distintos menús y opciones del aplicativo.



Gráfico 4. Menú principal de MEDDPOP

Contenido general:

- Atención médica.
 - Atención ambulatoria.
 - Órdenes de examen.

- Configuración.
 - Pacientes.
 - Insumos y medicamentos.
 - CIE10.

Atención ambulatoria

Los menús y opciones que contiene el módulo de atención ambulatoria son:

- Selección de paciente.
- Motivo de consulta.
- Registro de signos vitales.
- Registro de revisión de órganos.
- Registro de examen físico.
- Registro de diagnóstico CIE10.
- Registro de tratamiento.

El módulo de atención ambulatoria se compone en las siguientes ilustraciones (5-10):

Entidad Actual	Consultorio Dra. Lorena Martinez
Médico	Administrator
Paciente	OCAÑA PEREZ JONATHAN PAUL
Motivo de consulta	CAUTERIZACIÓN DE FARINGE

Gráfico 5. Cabecera del módulo de atención ambulatoria

Presion Sistólica	0,00
Presion Diastólica	0,00
Frecuencia Cardiaca	0,00
Peso (Kg.)	0,00
Talla (Mtrs.)	0,00

Gráfico 6. Campos signos vitales de atención ambulatoria

Revisión de organos	Tipo de organos	Detalle
	Respiratorio	
	Añadir un elemento	

Gráfico 7. Campo selección de revisión de órganos de atención ambulatoria

Examen físico	Tipo de examen fisico	Detalle
	Endoscopia	
	Audiometría	
	Añadir un elemento	

Gráfico 8. Campos selección de examen físico de atención ambulatoria

Diagnóstico CIE10	CIE10	Presuntivo/Definitivo
	H60 Otitis externa	Presuntivo
	J01 Sinusitis aguda	Presuntivo
	Añadir un elemento	

Gráfico 9. Campos selección de diagnóstico de CIE10 de atención ambulatoria

Medicamento	Concentración	Cantidad	Dosis	Unidad
Abacavir Solución oral Caja x frasco	10 mg/mL	1,00	2,00	Unidad(es)
Paracetamol Jarabe Caja x frasco de 60 mL o más	160 mg/5 mL	1,00	3,00	Unidad(es)
Añadir un elemento				

Gráfico 10. Campos selección de tratamiento de atención ambulatoria

Órdenes de examen

El módulo de órdenes de examen es una ventana independiente para la selección y generación de dichas órdenes de la PYME médica. En Gráfico 11 se detallan las opciones que se encuentran en dicho módulo, las cuales son:

- Selección del paciente.
- Selección de fecha y hora.
- Registro del tipo de examen.
- Guardado de orden de examen.
- Impresión de orden de examen.

Exámenes / Nuevo

Guardar Descartar

Paciente id: OCAÑA PEREZ JONATHAN PAUL

Fecha y hora: 20/06/2018 18:00:00

Seleccione examen

Examen	Valor de Examen
ASPIRADO DE OIDO	
Añadir un elemento	

Gráfico 11. Módulo de órdenes de examen del aplicativo

Agenda/Calendario

Conforme a Gráfico 12 las opciones que contiene este módulo son las siguientes:

- Selección de tipo de atención.
- Selección de paciente.
- Selección de la fecha.
- Selección del tiempo de duración.

La ventana del módulo de agenda/calendario se la visualiza de la siguiente manera:

The screenshot displays a web interface for managing appointments. At the top, under the heading 'Descripción', there is a blue button labeled 'Atención ambulatoria'. Below this, the 'Seleccione Paciente' section shows a dropdown menu with the name 'OCAÑA PEREZ JONATHA' and a search icon. Two tabs are visible: 'Detalles de la reunión' (selected) and 'Opciones'. Under the 'Detalles de la reunión' tab, there are two fields: 'Comenzando en' with a date and time selector set to '21/06/2018 16:00:00', and 'Duración' with a text input set to '00:15' and the unit 'horas' below it. A second 'Descripción' field at the bottom contains the text 'TRAER HELADO PARA PROCEDIMIENTO'.

Gráfico 12. Módulo de Agenda del aplicativo

Roles del aplicativo

Los roles de usuarios del aplicativo son los siguientes:

- Médico
- Auxiliar

El usuario *médico* tiene habilitado los siguientes módulos y opciones:

- Módulo de atención ambulatoria MEDDPOP.
 - Creación de atenciones ambulatorias.
 - Gestión de ficha de pacientes.
 - Consulta y gestión de archivo CIE10.
 - Ingreso y consulta de insumos y medicamentos para receta médica.
- Módulo Órdenes de examen.
 - Registro de orden de examen para un paciente.
- Módulo Agenda o Calendario
 - Registro de atenciones ambulatorias u órdenes de examen para pacientes.

El usuario auxiliar tiene habilitado los siguientes módulos y opciones:

- Módulo MEDDPOP
 - Creación de atenciones ambulatorias.
 - Ingreso de signos vitales.
 - Gestión de ficha de pacientes.
- Módulo Agenda/Calendario
 - Registro de atenciones ambulatorias u órdenes de examen para pacientes.

Metodología

La metodología de investigación utilizada es cualicuantitativa. Para el desarrollo del enfoque cualitativo se diseñó y aplicó una encuesta de 7 preguntas cerradas y 1 abierta dirigidas al médico; para el enfoque cuantitativo, se aplicó el sistema de indicadores que nos permitieron evaluar la mejora de procesos y así obtener una percepción del aplicativo MEDDPOP. Esta metodología nos permitió comprobar la hipótesis planteada en este caso:

H1: El aplicativo MEDDPOP logra una mejora de la productividad de la organización en la reducción de tiempos de atención en la PYME.

Los elementos contemplados en la hipótesis son:

- Variable dependiente: Mejora de la productividad.
- Variable independiente: Reducción de tiempos de atención.

Análisis Cuantitativo

El análisis cuantitativo se basa en el diseño y medición de indicadores de las actividades de los procesos.

Indicadores de medición

Para proceder con el estudio cuantitativo se elaboró una lista de 22 indicadores debidamente identificados que permiten evaluar el tiempo y porcentaje de productividad en los procesos de preparación y atención al paciente en la PYME médica. Los procesos y actividades se describen en Tabla 5:

Tabla 5. Procesos y actividades de la PYME

Proceso	#	Actividad
Preparación al paciente	1.1	Toma de signos vitales del paciente.
Atención al paciente	2.1	Agendamiento para cita médica del paciente.
	2.2	Consulta de datos de historia clínica del paciente.
	2.3	Consulta médica del paciente.
	2.4	Realización de un procedimiento clínico.
	2.5	Realización de un examen clínico.
	2.6	Generación de una receta médica al paciente.

En Tabla 6 se detallan los indicadores para la toma del tiempo de las actividades efectuadas dentro de la PYME.

Tabla 6. Indicadores de tiempo

#	Tipo	Indicador
1.1.1	Tiempo	Registro de datos de signos vitales.
2.1.1	Tiempo	Registro de agendamiento de pacientes.
2.2.1	Tiempo	Búsqueda de una historia clínica de un paciente.
2.2.2	Tiempo	Registro de datos de una historia clínica.

2.3.1	Tiempo	Registro de informe de diagnóstico de un paciente de una consulta médica (atención ambulatoria).
2.4.1	Tiempo	Registro de novedades de un procedimiento (aspirado/cauterización/tratamiento/cirugía menor).
2.5.1	Tiempo	Registro de informe de endoscopia.
2.5.2	Tiempo	Registro de informe de audiometría.
2.6.1	Tiempo	Registro de receta médica de un paciente de una consulta normal (atención ambulatoria).
2.6.2	Tiempo	Registro de receta médica de un paciente de un procedimiento (aspirado/cauterización/tratamiento/cirugía).
2.6.3	Tiempo	Registro de receta médica de un paciente de un examen (endoscopia/audiometría).

Los siguientes indicadores están vinculados con la tabla anterior donde se reflejarán los resultados de la medición de la productividad en base al tiempo.

Tabla 7. Indicadores de productividad

#	Tipo	Indicador
1.1.1.1	Productividad	Registro de datos de signos vitales.
2.1.1.1	Productividad	Registro de agendamiento de pacientes.
2.2.1.1	Productividad	Búsqueda de una historia clínica de un paciente.
2.2.2.1	Productividad	Registro de datos de una historia clínica.
2.3.1.1	Productividad	Registro de informe de diagnóstico de un paciente de una consulta médica (atención ambulatoria).
2.4.1.1	Productividad	Registro de novedades de un procedimiento (aspirado/cauterización/tratamiento/quirúrgico menor).
2.5.1.1	Productividad	Registro de informe de endoscopia.
2.5.2.1	Productividad	Registro de informe de audiometría.
2.6.1.1	Productividad	Registro de receta médica de un paciente de una consulta normal (atención ambulatoria).
2.6.2.1	Productividad	Registro de receta médica de un paciente de un procedimiento (aspirado/cauterización/tratamiento/cirugía).
2.6.3.1	Productividad	Registro de receta médica de un paciente de un examen (endoscopia/audiometría).

Relevamiento de indicadores

Se define que el muestreo es de tipo dirigido donde el estudio se aplicó a 110 pacientes que acudieron de lunes a viernes a la PYME médica a realizarse consultas médicas, procedimientos y exámenes clínicos entre los días 4 de mayo y 29 de junio del 2018. Se estableció que las fechas para la toma de muestras empleando el método manual serían desde el 4 de mayo hasta el 4 de junio del 2018 y mediante el método usando aplicativo MEDDPOP sería desde el 5 hasta el 29 de junio del 2018. El límite máximo de selección de muestras por indicador de tiempo fue de 5 y se midió el periodo que tomaban ambos métodos. Estas mediciones fueron realizadas con un reloj cronómetro para establecer los tiempos reales por cada indicador definido en Tabla 6.

Análisis Cualitativo

El análisis cualitativo comprende medir los resultados del sistema MEDDPOP por medio del cuestionario.

Cuestionario

El cuestionario fue elaborado con 7 preguntas en escala Likert con respuestas de (Muy satisfactorio, satisfactorio, insatisfactorio) con el objetivo de conocer si el sistema cumple con las metas esperadas y 1 pregunta abierta para las percepciones finales del uso del sistema de información con herramientas libres, en total 8 preguntas.

Preguntas en escala de Likert:

- a) ¿Considera usted que el aplicativo MEDDPOP ha logrado optimizar el trabajo en el consultorio?
- b) ¿Facilita el aplicativo la reducción de tiempos de operación de procesos del consultorio?
- c) ¿Los procesos del consultorio se han identificado adecuadamente?
- d) ¿Para cada proceso y actividad, se han definido los indicadores que permiten cuantificar la mejora generada por la implementación del aplicativo MEDDPOP?
- e) ¿El aplicativo MEDDPOP reúne los requisitos mínimos de operación solicitados por usted?
- f) ¿Se ha efectuado alguna inversión en arquitectura tecnológica para la implementación del aplicativo MEDDPOP?
- g) ¿Considera que el aplicativo MEDDPOP es una alternativa de automatización económica para un consultorio médico?

Preguntas abiertas:

- h) Identifique los principales beneficios que el aplicativo MEDDPOP ha brindado a su consultorio.

Resultados

Todos los resultados de las mediciones se muestran en gráficos y matrices tomados en las fechas establecidas en el punto 3.1.2.

Indicadores de tiempo

Se procede a presentar los resultados obtenidos correspondientes a los indicadores de tiempo por atención ambulatoria, procedimientos y exámenes clínicos.

Matriz de comparación (Manual vs MEDDPOP)

Se realiza una comparación en una matriz con los promedios de duración por cada indicador de tiempo donde se demuestra el periodo invertido en las actividades realizadas por el método manual (color rojo) versus las actividades empleadas usando el aplicativo MEDDPOP (color verde).

Tabla 8. Comparación de indicadores de tiempo

# Ind.	Manual		MEDDPOP	
	(min: seg, milseg)	segundos	(min: seg, milseg)	segundos
1.1.1	00:23,1	23	00:06,9	07
2.1.1	00:17,3	17	00:12,1	12
2.2.1	02:35,3	155	00:11,5	11
2.2.2	01:30,1	90	00:46,1	46
2.3.1	02:27,4	147	00:25,5	25
2.4.1	02:30,2	150	00:22,9	23
2.5.1	04:14,2	254	01:12,0	72
2.5.2	01:28,2	88	00:47,8	48
2.6.1	01:23,3	83	01:05,9	66
2.6.2	02:50,4	170	00:32,7	33
2.6.3	01:39,3	99	00:52,8	53

En la Tabla 8 se capturó los periodos en minutos, segundos y milisegundos; y para facilitar el cálculo de la productividad los tiempos fueron convertidos a formato ‘segundo’.

Indicadores de productividad

En Gráfico 13 se demuestra dos curvas (naranja y verde) que representan los lapsos de tiempos empleados en los procesos realizados por el método manual y usando el aplicativo MEDDPOP donde se aprecia una mejora en la eficiencia de la productividad en la curva verde contra la naranja.

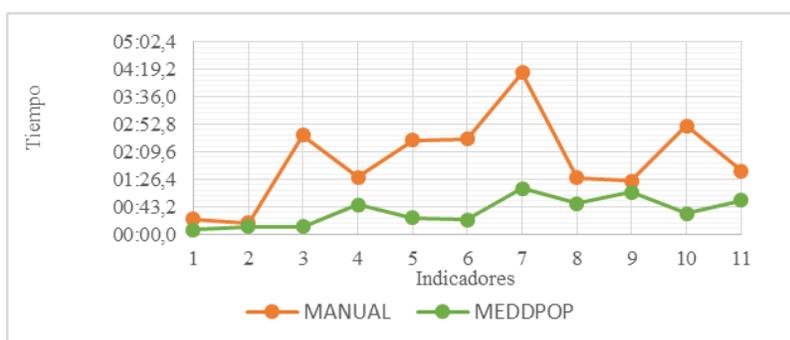


Gráfico 13. Comparación en los tiempos (MANUAL vs MEDDPOP)

Análisis de la productividad

Para el cálculo de la mejora del tiempo de la productividad se aplica una fórmula llamada ‘Porcentaje de diferencia’ que se expresa con la siguiente ecuación:

$$g = \frac{\text{valor actual} - \text{valor anterior}}{\text{valor anterior}} \times 100 \tag{1}$$

Los porcentajes de la mejora de la productividad se apoyan en los indicadores de la Tabla 7 y en base a la ecuación (1) se realiza el cálculo de los tiempos en segundos empleados por el método manual y usando el aplicativo MEDDPOP, cuyos resultados se los detalla en la Tabla 9:

Tabla 9. Mejora de la productividad

# Indicador	Porcentaje de mejora
1.1.1.1	70,09%
2.1.1.1	30,29%
2.2.1.1	92,61%
2.2.2.1	48,80%
2.3.1.1	82,72%
2.4.1.1	84,77%
2.5.1.1	71,66%
2.5.2.1	45,80%
2.6.1.1	20,84%
2.6.2.1	80,80%
2.6.3.1	46,78%
PROMEDIO	61,38%

Resultados Cualitativos

Se aprecia en la Gráfico 14 el resultado promedio de todas las 7 preguntas del cuestionario aplicado al médico.

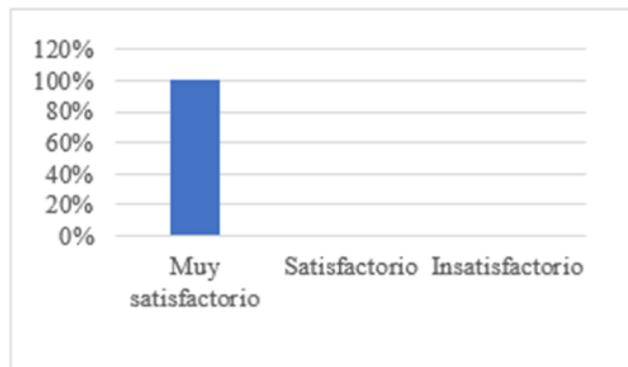


Gráfico 14. Resultados del cuestionario

Conclusiones

Como se demostró en la Gráfico 13 y Tabla 9, el aplicativo MEDDPOP es una herramienta que contribuye en la mejora de la productividad en los procesos dentro de la PYME, además de mantener un control adecuado de los procesos administrativos de la PYME médica vinculados con los procesos relevados.

El desarrollo del aplicativo cumple con el uso de software libre al utilizar ODOO Community que opera en un sistema operativo basado en Linux y empleando una inversión mínima al utilizar una arquitectura hardware de gama baja (ver Tabla 1). Los procesos de agendamiento, así como la atención y la generación de órdenes de examen clínicos fueron

diseñados bajo entornos de desarrollo libre y modelados bajo los requerimientos de la PYME médica.

Los resultados de la medición luego de la implementación del aplicativo MEDDPOP han logrado evidenciar que la productividad de esta PYME mejora en un promedio del 61,38% en comparación con las actividades realizadas mediante el método manual. El resultado del cuestionario en Gráfico 14 refleja una conclusión de 100% 'MUY SATISFACTORIO' de la usabilidad de aplicativo MEDDPOP por parte del personal de la PYME médica.

Discusión

ODOO Community tiene la ventaja de ser un entorno web libre, por lo que es una alternativa económica para la implementación de un sistema para una PYME. El aplicativo MEDDPOP tiene mucho potencial y en futuros proyectos se pueda implementar un sistema web y utilizar otras funciones relacionadas al agendamiento tales como permitir al mismo paciente, generar su próxima cita médica sin necesidad de acudir a la PYME médica o crear un módulo de inventario para controlar insumos médicos. En futuros proyectos de investigación se podrán ampliar más opciones al sistema ya que ODOO ofrece esta ventaja que le permitirá al desarrollador escoger una gran variedad de aplicaciones que la plataforma tiene creada previamente y así elaborar cualquier tipo de objeto que desee, aumentando así la funcionalidad del aplicativo MEDDPOP.

Agradecimientos

A la señora Dra. Lorena Martínez Morán con quien me siento eternamente agradecido por haber aprobado y viabilizado el desarrollo y posterior implementación del proyecto MEDDPOP en las instalaciones de su consultorio médico y así mismo por su colaboración en el relevamiento de información para la elaboración del cuestionario del presente artículo académico.

Bibliografía

- Almugadam, S. H. (2017). Developing tool for Odoo platform. Communication, Control, Computing and Electronics Engineering (ICCCCEE), 1-7.
- Caballero Murillo, J. A., & Arias Arévalo, C. R. (2015). Bringin ERP to Small Medium Enterprises in Honduras. 13th LACCEI Annual International Conference: "Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?", 10, 7.
- Ecuador, M. d. (2012). Ley orgánica de Salud. Quito: Gobierno de Ecuador.
- Fonseca Pinto, D. E. (2013). Desarrollo e implementación de las TICS en las PYMES de Boyacá - Colombia. FIR, 2(4), 49-59.

- Ganesh, A., Shanil, K., & Midhundas, A. (17 de Abril de 2016). OpenERP/Odoo - An Open Source Concept to ERP Solution. 2016 IEEE 6th International Conference on Advanced Computing (IACC), 1-4.
- Mendoza Moya, I. (2017). Python, nuevo paradigma en la educación. *Journal Boliviano de Ciencias*, 13(38), 68-75.
- Mogrovejo Bucheli, J. A. (2017). Implementación del ERP Open Source ODOO en una PYME. *Espol*, 274.
- Oltra Badenes, R., Gil Gómez, H., & Bellver López, R. (2011). Factores diferenciales entre los ERP de software libre (FSw ERP) y los ERP propietarios. *Dirección y Organización*(44), 64-73.
- Pública, M. d. (Octubre de 2012). Políticas de Coordinación de Ingeniería de Software. Quito: Gobierno de Ecuador. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de http://instituciones.msp.gob.ec/images/Documentos/Ministerio/tic/Politica_Coordinacion_Ingenieria_Software.pdf
- Rao, S., & Kudtarkar, K. (2018). Implementation of ODOO ERP for Business Applications. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 32-39.
- S.A., O. (17 de Octubre de 2017). ERP y CRM de código abierto. (ODOO) Recuperado el 2 de Julio de 2018, de <https://www.odoo.com>
- Sommerville, I. (2011). El modelo en cascada. En *Ingeniería del Software* (Vol. 8, pág. 792). Estado de México: Pearson Educación.
- Yanes Enriquez, O., & Gracia del Busto, H. (2011). Mapeo Objeto / Relacional (ORM). *Revista digital de las tecnologías de la información y las comunicaciones TELEM@TICA*, 10(3), 1-7.
- Zavala Ruiz, J. J. (2004). ¿Por qué fracasan los Proyectos de Software?; Un Enfoque Organizacional. *Congreso Nacional de Software Libre*, 22.